RADIORAMA

RIVISTA MENSILE EDITA DALLA SCUOLA RADIO ELETTRA

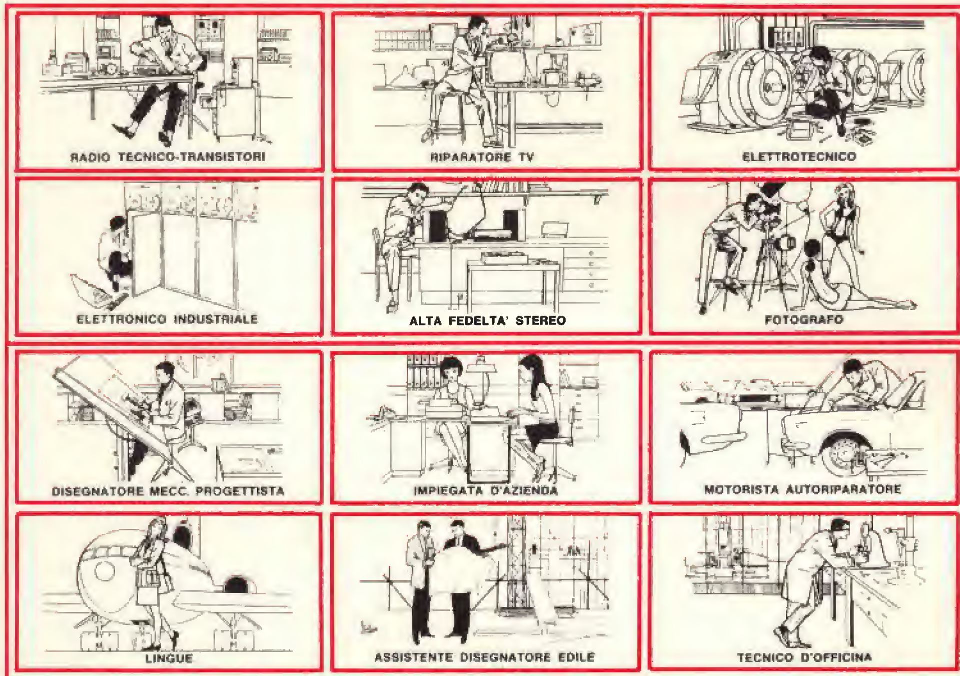
IN COLLABORAZIONE CON POPULAR ELECTRONICS

Sped. abb. post. - Gr. III/70
ANNO XIX - N. 5
MAGGIO 1974
500 lire



NOI VI AIUTIAMO A DIVENTARE "QUALCUNO"

Noi. La Scuola Radio Elettra. La più importante Organizzazione Europea di Studi per Corrispondenza.
Noi vi aiutiamo a diventare "qualcuno" insegnandovi, a casa vostra, una di queste professioni (tutte tra le meglio pagate del momento):



Le professioni sopra illustrate sono tra le più affascinanti e meglio pagate: le imparerete seguendo i corsi per corrispondenza della Scuola Radio Elettra.

I corsi si dividono in:

CORSI TEORICO-PRATICI

RADIO STEREO A TRANSISTORI - TELEVISIONE - TRANSISTORI - ELETTROTECNICA - ELETTRONICA INDUSTRIALE - HI-FI STEREO - FOTOGRAFIA

Iscrivendovi ad uno di questi corsi riceverete, con le lezioni, i materiali necessari alla creazione di un laboratorio di livello professionale. In più, al termine di alcuni corsi, potrete frequentare gratuitamente per 2 settimane i laboratori della Scuola, per un periodo di perfezionamento.

CORSO NOVITA'

PROGRAMMAZIONE ED ELABORAZIONE DEI DATI

CORSI PROFESSIONALI

ESPERTO COMMERCIALE - IMPIEGATA D'AZIENDA - DISEGNATORE MECCANICO PROGETTISTA - MOTORISTA AUTORIPARATORE - ASSISTENTE E DISEGNATORE EDILE - TECNICO DI OFFICINA - LINGUE

CORSI ORIENTATIVO-PRATICI

SPERIMENTATORE ELETTRONICO
adatto ai giovani dai 12 ai 15 anni.

ELETTRAKIT TRANSISTOR
un divertente hobby
per costruire un portatile a transistori

NON DOVETE FAR ALTRO CHE SCEGLIERE...
...e dirci cosa avete scelto.
Scrivete il vostro nome, cognome e indirizzo, e segnalateci il corso o i corsi che vi interessano.

Noi vi forniremo, gratuitamente e senza alcun impegno da parte vostra, le più ampie e dettagliate informazioni in merito.

Scrivete a:



Scuola Radio Elettra
10126 Torino - Via Stellone 5/33
Tel. (011) 674432

RADIORAMA - Anno XIX - N. 5, Maggio 1974 - Spedizione in abbonamento postale - Gruppo III

Prezzo del fascicolo L. 500

Direzione - Redazione Amministrazione - Pubblicità: Radiorama, via Stellone 5, 10126 Torino, tel. 674432 (5 linee urbane)

C.C.P. 2/12930

MAGGIO 1974

RADIORAMA

SOMMARIO

L'ELETTRONICA NEL MONDO

L'ESPERIENZA INSEGNA

IMPARIAMO A COSTRUIRE

LE NOSTRE RUBRICHE

LE NOVITÀ DEL MESE

LA COPERTINA

Da centinaia d'anni la storia della terra, la storia dell'uomo è la storia della tecnica per il lavoro di migliaia di tecnici che in ogni angolo della terra lavorano per il progresso.
(Fotocolor Agenzia Dolci)



VEDERE all' INTERNO per mezzo della OLOGRAFIA ACUSTICA

LE IMMAGINI TRIDIMENSIONALI REALIZZATE CON L'ENERGIA ULTRASONICA SI PRESTANO PER MOLTE APPLICAZIONI

Un ologramma è la registrazione della figura di interferenza che si forma quando due fasci a frequenza singola si intercettano in un piano. Se sulla traiettoria di uno dei fasci si pone un oggetto, questo modifica la figura di interferenza includendovi la propria immagine.

Nell'olografia ottica i fasci sono generati dal laser ed il mezzo di registrazione è una lastra fotografica od una pellicola. L'ologramma, quando viene osservato con la luce normale, sembra non contenere altro che un disegno inintelligibile formato da linee, vertici e punti. Se però viene illuminato con un altro fascio laser, esso diventa una "finestra" attraverso la quale un osservatore può vedere ricostruita l'immagine a tre dimensioni dell'oggetto.

Un ologramma può essere costruito con ogni tipo di radiazione a frequenza singola, compresi quindi i fasci a frequenza sonora o radio.

In questo articolo saranno trattati gli ologrammi "acustici" costruiti dalle onde sonore, una tecnologia che sta appena ora lasciando la fase di laboratorio. L'uso di

fasci sonori fornisce all'olografia una nuova dimensione perché, a differenza della luce, il suono penetra negli oggetti solidi e può quindi fornire una "vista interna" tridimensionale dell'oggetto.
L'olografia acustica troverà l'applicazione più utile nel campo della medicina, come strumento diagnostico; con questo sistema, infatti, il medico dovrebbe poter "vedere" dentro il corpo dei suoi pazienti per osservare le ossa, i tessuti dei muscoli, i vasi sanguigni, i tumori e gli altri tessuti molli, il tutto in tre chiare dimensioni, senza i pericoli insiti nella chirurgia e nelle diagnosi con i raggi X.
Gli studiosi di biologia potranno usare l'ologramma acustico per ottenere una visione interna di oggetti microscopici. L'industria potrà utilizzare questo metodo per effettuare prove non distruttive allo scopo di scoprire difetti in getti, nelle saldature, ecc. L'industria petrolifera potrà utilizzare l'olografia acustica per vedere nel profondo della terra, onde localizzare nuovi giacimenti di petrolio, che non possono venire identificati con altri metodi.
L'olografia acustica presenta però due problemi, non riscontrati nell'olografia ottica. Innanzitutto, occorre che sia sviluppato un buon metodo per la registrazione dell'ologramma; in secondo luogo, la grandezza dell'oggetto ricostruito è più piccola dell'oggetto stesso, in quanto le dimensioni dell'immagine ricostruita sono proporzionali al rapporto tra le lunghezze d'onda dei fasci di registrazione e di ricostruzione.
Per esempio, in un esperimento per ottenere un ologramma è stata utilizzata un'onda sonora a 7 MHz, con una lunghezza d'onda di 2×10^{-4} m. La ricostruzione venne effettuata con un fascio laser avente una lunghezza d'onda pari a 63×10^{-8} m. Con questo rapporto (317: 1) l'immagine ricostruita risultò così piccola da dover essere osservata attraverso un telescopio (questo problema non esiste nell'olografia ottica, dove le lunghezze d'onda dei due fasci sono molto prossime ai valori di quelli finali).
Per risolvere il primo problema, sono stati studiati diversi metodi per generare l'ologramma acustico: levitazione della superficie del liquido, scansione meccanica, scansione elettronica e scansione ottica. Di questi metodi, il più semplice da seguire è il primo.

Levitazione della superficie del liquido - La tecnica della levitazione della superficie del liquido è basata su una scoperta fatta da Sokolov intorno al 1930. Egli scoprì che, quando un fascio sonoro è diretto verso l'alto attraverso la superficie dell'acqua, tale superficie viene spinta verso l'alto sino a che l'aumento in altezza dell'acqua più la tensione superficiale equilibrano esattamente la componente verticale della pressione sonora. Se due fasci sonori vengono diretti verso l'alto, così da intersecarsi in superficie, si formerà sulla superficie dell'acqua un disegno stazionario di increspature. Il disegno di increspature rappresenta l'interferenza dei due raggi.
Se un oggetto viene posto entro uno dei fasci, il disegno delle increspature si modificherà, includendovi l'immagine dell'oggetto. Allora, illuminando il disegno delle increspature con un fascio laser (*fig. 1*), verrà ricostruita, in tre dimensioni, l'immagine dell'oggetto. Tuttavia, l'immagine ricostruita sarà più piccola dell'oggetto nello stesso rapporto esistente tra le lunghezze d'onda del fascio sonoro e del fascio laser, per cui sarà necessario un telescopio per osservare l'immagine. La superficie dell'acqua potrà anche essere fotografata per ottenere una registrazione permanente dell'ologramma, il quale potrà essere ricostruito illuminandolo con la luce laser.
Secondo A. F. Metherell, autore del saggio "Lo stato attuale della olografia acustica", vi sono due problemi fondamentali che si incontrano nell'uso della levitazione della superficie. Il primo è dovuto alla superficie del liquido, che è molto sensibile alle vibrazioni; il secondo è rappresentato dai due fasci di energia acustica, che devono essere bilanciati con estrema attenzione per evitare la formazione di correnti alla superficie. Ciascuno di questi due inconvenienti può provocare la rottura del delicato disegno di increspa-

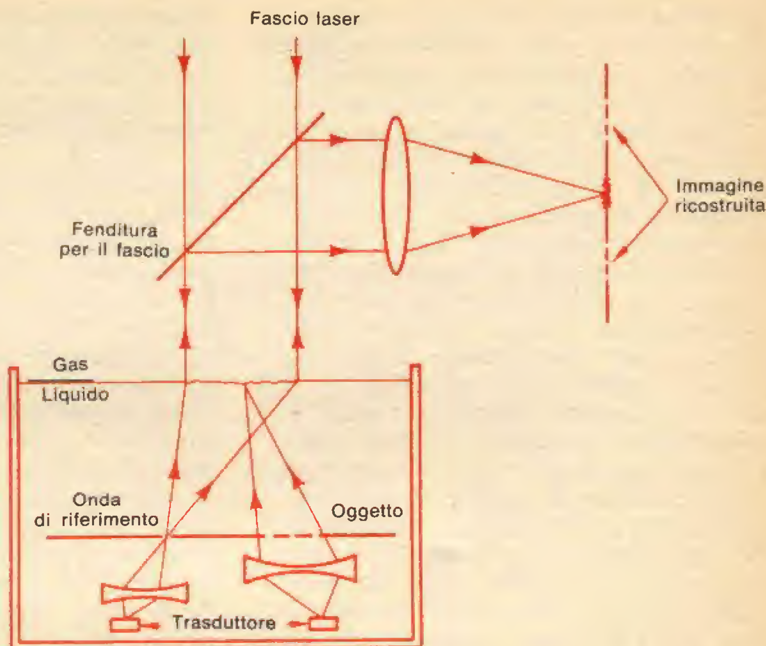


Fig. 1 - *Nel diagramma è mostrato il sistema di levitazione del liquido che genera un ologramma acustico.*

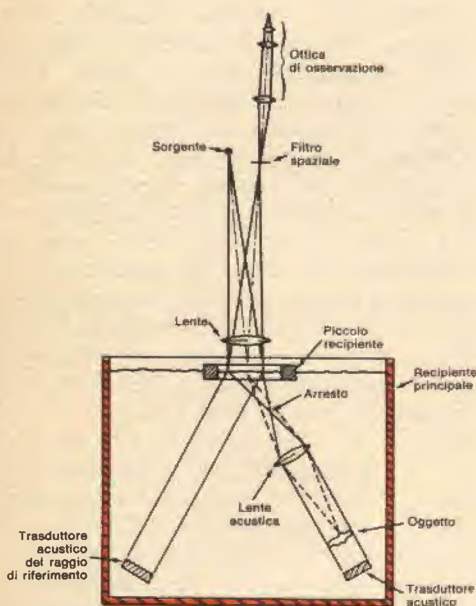


Fig. 2 - *La levitazione della superficie utilizza la tecnica di Brenden.*

ture dell'ologramma acustico, che si forma sulla superficie dell'acqua.

Nel suo saggio, Metherell descrive un metodo, sviluppato da Byron Brenden, per cercare di risolvere questi problemi (*fig. 2*). Brenden collocò sulla superficie dell'acqua un piccolo serbatoio con una membrana, acusticamente trasparente, tesa sul fondo. Uno strato di 2÷3 mm di olio posto sulla membrana ridusse l'effetto di correnti di superficie e diminuì la sensibilità della superficie alle vibrazioni. Egli utilizzò anche una lente acustica per proiettare l'immagine acustica dell'oggetto sulla superficie del liquido (il piano dell'ologramma) e formare un ologramma acustico a fuoco nella superficie del liquido stesso. In tal modo, l'immagine ricostruita dell'oggetto è vista nel piano della superficie del liquido, anziché ad una certa distanza sotto la superficie. Ciò compensa la differenza tra le lunghezze d'onda del suono usato per formare l'ologramma e della luce del laser utilizzata per ricostruire l'immagine.

Il primo sistema per ologrammi acustici reperibile in commercio è denominato *Holosonic Ultrasonic Imager.* Prodotto

dalla Holosonics Inc., esso impiega il procedimento Brenden per sviluppare e ricostruire l'immagine olografica. La sorgente sonora effettua 300÷400 cicli di accensione e spegnimento ogni secondo, con un tempo di emissione della durata di circa 80 μsec. Il disegno acustico si forma e si disfa ad ogni pulsazione sonora. Quando l'ologramma acustico raggiunge la forma ottima, un fascio pulsante laser all'argo lo illumina per pochi microsecondi, così da rendere visibile l'immagine ricostruita. Le immagini sono riflesse su un vetro smerigliato, oppure prelevate e mostrate su un monitore televisivo.

Un'immagine in tempo reale della struttura di un favo, realizzata con il modello Holosonic GP-3 Ultrasonic Imager, è raffigurata nella *fig.* 3. L'ologramma di questa immagine fu costruito utilizzando un suono a 5 MHz. Discutendo dell'Imager, Byron Brenden, vice Presidente della Holosonics, puntualizza che il sistema può essere usato per prove non distruttive su metalli e strutture di plastica. Egli afferma anche che può essere utilizzato per applicazioni in medicina.

Oggi, la maggior parte delle applicazioni mediche della olografia acustica sono confinate nel campo delle ricerche. Questo metodo infatti non è ancora stato accettato come mezzo diagnostico, perché, prima che esso possa entrare nell'uso generale della professione medica, sono necessari sistemi veloci ed altamente sensibili, che possano fornire aperture di osservazioni più grandi.

L'olografia acustica offre però alcuni vantaggi, come la sua capacità di mostrare i tessuti molli ed i minimi effetti dannosi delle onde sonore sui tessuti viventi. Tuttavia, A. F. Metherell precisa che, senza alcun dubbio, un ultrasuono di sufficiente intensità applicato per un sufficiente periodo di tempo provocherà la distruzione del tessuto. A questo punto viene naturale domandarsi a quale livello di ultrasuoni non vi è danneggiamento dei tessuti. Questa e molte altre questioni devono essere risolte prima che l'olografia acustica trovi un impiego rilevante nella professione medica.

Sebbene le tecniche di Brenden utilizzate nel CP-3 risolvano il primo dei problemi indicati da Metherell, tale apparecchiatura utilizza ancora un fascio di riferimento che deve essere bilanciato con estrema attenzione con il fascio dell'oggetto. Tuttavia, è stato dimostrato che la levitazione della superficie del liquido può essere ottenuta senza l'impiego di un fascio sonoro di riferimento, disponendo una griglia di filo metallico proprio sotto la superficie dell'acqua sulla traiettoria del fascio focalizzato dell'oggetto. Quando l'immagine acustica dell'oggetto si forma sulla superficie, su essa è sovrapposto anche il disegno della griglia, per cui l'immagine acustica viene ricostruita nel modo convenzionale. Metherell precisa tuttavia che questo non è un ologramma acustico, anche se i risultati sono i medesimi.

Scansione meccanica - Nel metodo precedente di costruzione dell'ologramma veniva utilizzata la superficie del liquido co-



Fig. 3 -
Immagine della struttura di un favo, realizzata con l'Holosonic Ultrasonic Imager.

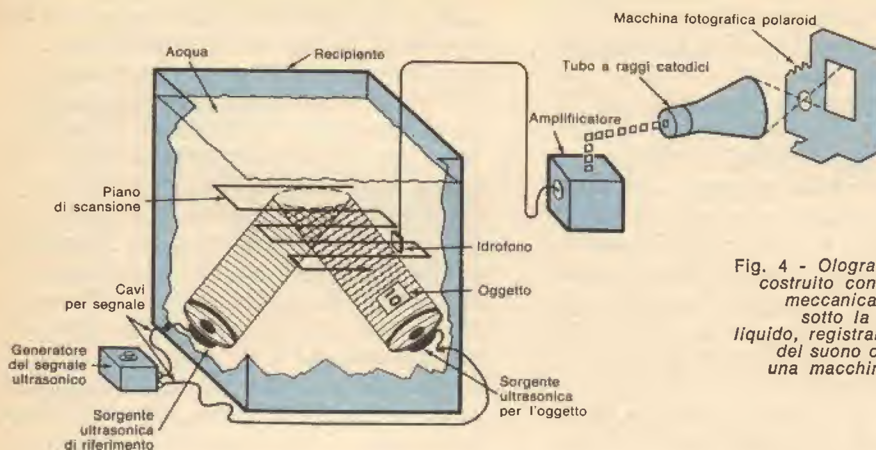


Fig. 4 - *Ologramma acustico costruito con la scansione meccanica di un piano sotto la superficie del liquido, registrando l'intensità del suono con un CRT ed una macchina fotografica.*

me piano olografico, il quale però può essere localizzato altrettanto bene sotto la superficie se si dispone di qualche sistema per rivelare il suono. Come raffigurato nella *fig. 4,* per esempio, un dispositivo di scansione meccanica può esplorare un piano sotto la superficie dove si intersecano i fasci. L'intensità del segnale sonoro rivelato a questo punto viene utilizzata per modulare il fascio di un tubo a raggi catodici (CRT), il quale è sincronizzato con l'idrofono a scansione meccanica. Per tutto il tempo di esposizione, l'immagine viene registrata su una pellicola e quindi ricostruita secondo il metodo convenzionale, utilizzando un laser per illuminare la fotografia.

È interessante notare che quando si usa una scansione meccanica per la costruzione dell'ologramma è possibile utilizzare solamente un fascio sonoro. Il fascio di riferimento può essere simulato elettronicamente, miscelandolo con il segnale sonoro raccolto dall'idrofono.

Questo metodo ha però lo svantaggio di essere lento, per non parlare del fatto che il risultato è una campionatura composita di molte diverse onde sonore. Non sarà quindi soddisfacente se l'oggetto non è stazionario.

Secondo un tecnico dei Bendix Research Laboratories, l'industria ha tentato di servirsi dell'olografia acustica per effettuare prove non distruttive fin da quando essa

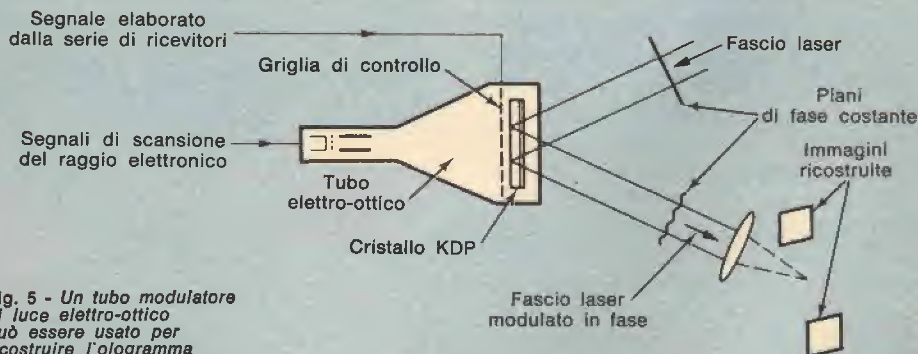


Fig. 5 - *Un tubo modulatore di luce elettro-ottico può essere usato per ricostruire l'ologramma in tempo reale.*

è diventata una realtà tecnica. Anche sui metodi di scansione meccanica sono stati condotti studi considerevoli e gli stessi hanno conseguito risultati di alta qualità. In queste applicazioni, la scansione meccanica può essere molto efficace perché l'oggetto sotto prova è immobile e la costruzione in tempo reale non è necessaria. Esso permette inoltre scansioni sopra aree maggiori di quanto non sia possibile con la maggior parte degli altri metodi.
L'utilizzazione dell'olografia acustica non è limitata alla semplice costruzione di immagini. Con appropriati procedimenti di segnale, dovrebbe essere possibile comparare acusticamente particolari prodotti in serie con un dato campione, con il risultato di incrementare la qualità ed aumentare la fiducia.

Scansione elettronica - Gli stessi risultati generali ottenuti con la scansione meccanica possono essere conseguiti con una matrice di idrofoni esplorati elettronicamente ad un rapido ritmo. L'intensità del suono presso ciascun idrofono può essere prelevata momentaneamente come campione ed utilizzata per intensificare il fascio di un CRT o di un altro dispositivo per la costruzione dell'immagine. In questo caso, la scansione può essere abbastanza rapida da rendere possibile fotografare direttamente l'immagine olografica.
Un visore acustico per impieghi sottomarini basato su questa tecnica è stato messo a punto dalla Bendix. Questo sistema offre molti impieghi potenziali per l'uso sottomarino, perché la visione ottica è limitata a campi molto piccoli ed il sonar non fornisce un'immagine riconoscibile per un'identificazione accurata ed una classificazione del bersaglio. L'olografia acustica, d'altra parte, è in grado di fornire buone immagini su un campo visivo comparativamente grande.
I maggiori componenti di un impianto Bendix sono la trasmittente del suono, il dispositivo di ricezione, l'elaboratore del segnale elettronico e l'apparato di ricostruzione in tempo reale dell'immagine. La trasmittente è un piccolo guscio sferico di ceramica piezoelettrica, che vibra in modo radiale. Il dispositivo di ricezione è costituito da pezzetti di zirconato e titanato di piombo, montati su uno schermo acusticamente cedevole per formare una matrice planare. Questi elementi sono spaziati fra loro di 4, 5 lunghezze d'onda per consentire le appropriate aperture di osservazione.
L'elaboratore del segnale genera simultaneamente ed elettronicamente tutti i dati olografici. I segnali ricevuti da ciascun elemento vengono miscelati con un segnale di riferimento, integrati per un periodo predeterminato di tempo ed immagazzinati come livelli di tensione, proporzionali sia all'ampiezza sia alla fase del segnale prelevato in quel punto. Quando tutti questi punti sono portati su un CRT, essi formano l'ologramma completo.
L'immagine può essere ricostruita in tempo reale se il CRT viene sostituito con un tubo modulatore di luce elettroottico, come quello illustrato nella *fig.* 5. L'immagine può allora essere ricostruita direttamente in tempo reale, illuminando la parte frontale del tubo con un fascio laser. Sebbene il modulatore elettroottico sia ancora in fase di sviluppo, esso può avere una risoluzione fino a 400 punti per linea, il che è sufficiente per le necessità dell'olografia ultrasonica nel campo da 100 kHz a 1 MHz.
Come terza alternativa, i dati possono essere semplicemente registrati su un nastro magnetico, per essere più tardi elaborati da un computer analogico o digitale. L'uso del computer digitale sembra offrire considerevoli possibilità, quando la tecnologia sarà ulteriormente perfezionata. Per esempio, le tecniche fotografiche intensive, che vengono sviluppate per conto della NASA presso il Jet Propulsion Laboratory, potranno adattarsi bene per migliorare gli ologrammi acustici. Queste tecniche vennero usate con notevole successo per migliorare i dati di immagini di Marte e della Luna, che erano stati registrati e riportati da sonde spaziali.
La ricostruzione per mezzo del computer offre considerevoli vantaggi in confronto agli altri metodi. Per esempio, tutte le degradazioni non casuali dell'immagine possono essere facilmente corrette e l'imma-

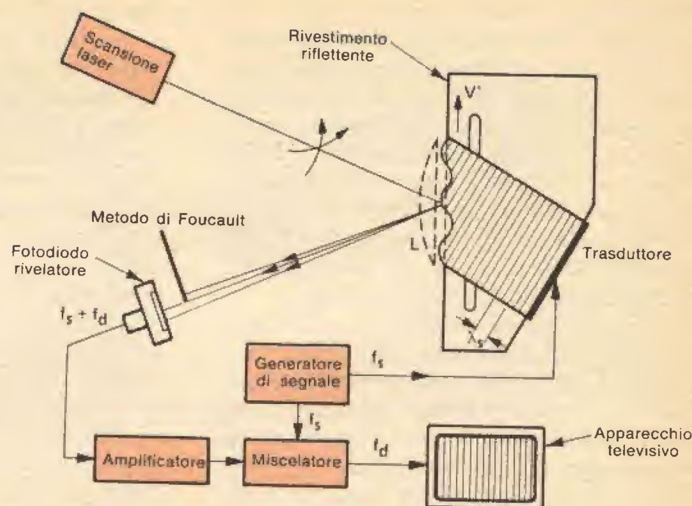


Fig. 6 - *La scansione laser di un rivestimento riflettente, acusticamente eccitato, può essere usata per costruire ologrammi.*

gine può essere elaborata, quando lo si desideri, durante la ricostruzione.
La ricostruzione per mezzo del computer è utilizzata con molta efficacia nelle applicazioni sismiche. Secondo R. A. Peterson, della Bendix United Geophisical Corp., la sua compagnia esegue ricostruzioni dell'immagine dei terreni attraverso opportune operazioni su un computer digitale ad alta velocità, con raffigurazione grafica finale delle ricostruzioni della struttura geologica sotto la superficie. L'immagine viene costruita direttamente con il computer, per cui non è necessario ricostruire un'immagine olografica con un laser.

Peterson afferma che l'olografia è l'optimum nelle operazioni sismiche. Tuttavia, a differenza delle altre operazioni di olografia acustica, viene utilizzata una banda estesa di suoni (20-60 Hz) a causa della scarsa risoluzione verticale in profondità che si può ottenere con un suono a frequenza singola. I dati vengono raccolti utilizzando ricevitori a "fessura lineare", che danno sezioni incrociate a due dimensioni piuttosto che ricostruzioni volumetriche a tre dimensioni. Si adotta questo sistema onde mantenere ad un livello accettabile lo straordinario costo dell'equipaggiamento necessario per costruire im-

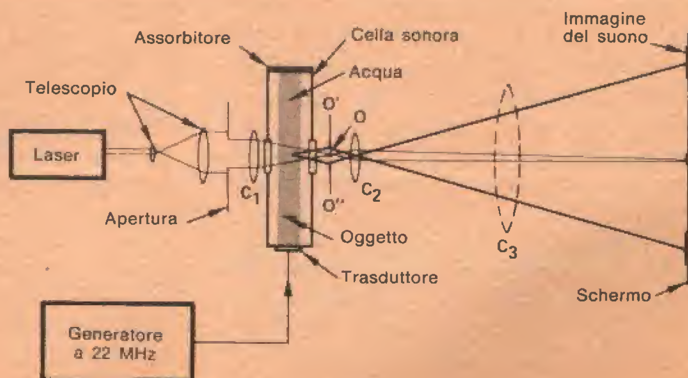


Fig. 7 - *La costruzione di immagini per diffrazione di Bragg utilizza un fascio sonoro per modulare un laser e generare l'immagine su uno schermo.*

magini tridimensionali nelle operazioni sismiche.
I dati ottenuti dai ricevitori vengono raccolti come registrazioni multicanali in ordine di tempo su un nastro digitale piuttosto che come quadro di interferenza ottica su una lastra fotografica. I dati sono quindi ricostruiti direttamente attraverso operazioni di computer e restituiti sottoforma di grafico.
I Bendix Research Labs, che si sono dedicati all'olografia acustica fin dal suo apparire, hanno sviluppato un altro metodo di scansione elettronica utilizzando un rivelatore con superficie piezoelettrica esplorato da un fascio di elettroni. Questo "tubo di Sokolov" funziona come una macchina fotografica ultrasonica per la rivelazione delle onde acustiche; è fondamentalmente un tubo per macchina da ripresa TV modificato, con un sottile piano di riscontro di cristallo piezoelettrico (quarzo).
Il piatto del cristallo è progettato per risuonare alla frequenza del suono che viene utilizzato. Le onde sonore, colpendo la superficie del cristallo, la obbligano a vibrare localmente, generando una tensione piezoelettrica proporzionale alla forza dell'onda sonora in quel punto. Come il fascio di elettroni effettua il suo ciclo di scansione, l'emissione secondaria dal piano di riscontro viene modulata da questa tensione. Il segnale modulato dell'emissione secondaria viene combinato con il segnale ultrasonico di riferimento per generare il necessario segnale di interferenza e viene utilizzato per intensificare il fascio di un monitore televisivo.

Scansione ottica - Per la costruzione dell'ologramma è possibile seguire un altro metodo, suggerito da Dennis Gabor, lo scienziato inglese che per primo pensò al concetto di olografia. È uno dei metodi più promettenti per essere impiegato in un microscopio ultrasonico. Questo concetto, sviluppato in un secondo tempo, ha portato al sistema illustrato nella *fig. 6*. Qui un fascio sonoro è diretto entro un mezzo acustico in modo tale che esso colpisca la superficie frontale sotto un certo angolo; la superficie frontale è una sottile pellicola completamente trasparente al suono, ma riflettente la luce.
L'oggetto che deve essere registrato come ologramma viene disposto sulla traiettoria del suono, entro il mezzo acustico, dove le onde ultrasoniche colpiscono la sua superficie e causano un'increspatura che muove la superficie frontale.
Un fascio laser, che fa scansione sulla superficie, viene riflesso dall'increspatura modulando il fascio di luce. Le variazioni nella luce riflessa sono convertite in tensione modulata per mezzo del metodo di Foucault e di un fotorivelatore. Il segnale a tensione modulata viene quindi miscelato con il segnale di riferimento e portato su un monitore TV come un ologramma. Concettualmente, questo metodo è simile a quello piezoelettrico, ma con minori limitazioni nella risoluzione ed è in special modo conveniente per la produzione di immagini con alte frequenze.
Un altro metodo, considerato applicabile al microscopio ultrasonico, è la costruzione di immagini per diffrazione di Bragg. Come dimostrato da Korpel, esso è basato sul principio che, quando luce e suono passano attraverso lo stesso spazio, la luce viene modulata dalle onde sonore, per cui è possibile ottenere un'immagine ottica della sorgente sonora o di un oggetto, se esso viene posto entro il fascio sonoro. Nella *fig. 7* è raffigurato lo schema del dispositivo sperimentale originale usato da Korpel per ottenere, con la diffrazione di Bragg, un'olografia a due dimensioni; più tardi Korpel ottenne la completa costruzione di immagini olografiche utilizzando tale metodo.
Entrambi questi sistemi sono applicabili ai microscopi ultrasonici perché le onde acustiche nel campo di frequenza da 0,1 GHz a 3 GHz hanno lunghezze d'onda in acqua che vanno da 15 μm fino a 0,5 μm. Tuttavia, è abbastanza intuibile che le onde sonore possano fornire un mezzo di osservazione per oggetti microscopici con un potere di risoluzione che si avvicina a quello dei microscopi ottici. Tali microscopi sarebbero di grande utilità agli scienziati di biologia, perché utilizzerebbero le proprietà meccaniche dell'oggetto piuttosto che le sue proprietà ottiche. ★

COME EVITARE I RISCHI AL BANCO DI LAVORO

LA SBADATAGGINE NON È AMMESSA PER CHI LAVORA NELL'ELETTRONICA

Ogni anno, centinaia di professionisti e dilettanti di elettronica incorrono, mentre sono al proprio banco di lavoro, in qualche infortunio doloroso od addirittura letale, provocato da scossa elettrica. Qualcuno è tanto fortunato da cavarsela con una semplice contusione, qualche osso rotto o con un ricordo doloroso, e ne esce con un maggior rispetto verso la potenza dell'elettricità; altri invece riportano conseguenze tragiche.
Questi incidenti si potrebbero evitare se gli interessati si comportassero in modo più intelligente e si cautelassero fisicamente e mentalmente contro il moltiplicarsi dei rischi di una scossa, i quali si possono minimizzare con pochi semplici accorgimenti e con il normale buonsenso. In questo articolo illustreremo qualcuno degli accorgimenti pratici da adottare quando si sta lavorando su circuiti alimentati da rete o ad alta tensione. Parleremo in particolare delle circostanze nelle quali si deve evitare di lavorare accanto a tensioni potenzialmente pericolose e descriveremo che cosa è possibile fare per rendere l'ambiente di lavoro più sicuro.

Regole di sicurezza - Incominciamo con il denominatore comune: l'uomo. Si può fare tutto il possibile per rendere il proprio laboratorio veramente sicuro, ma chi è tendenzialmente sbadato, si tirerà dietro gli incidenti come la propria ombra.
La prima regola da osservare è non mettersi mai a lavorare su un dispositivo elettronico, alimentato o no, indossando oggetti di metallo come orologi da polso, anelli, ecc.; il banco di lavoro non è il posto adatto per i gioielli o per cravatte o nastri penzolanti, che si possono agganciare ovunque ed essere fonte di guai.
Si deve essere pratici nella scelta dell'abito da lavoro: un tipo di abbigliamento semplice ed adatto all'occasione è costituito da una camicia con maniche lunghe, abbottonate ai polsi, ed aperta sul collo, e scarpe con suola di gomma.
Ogniqualvolta si sta lavorando su un circuito o su un telaio su cui sono presenti tensioni elevate occorre fare la massima

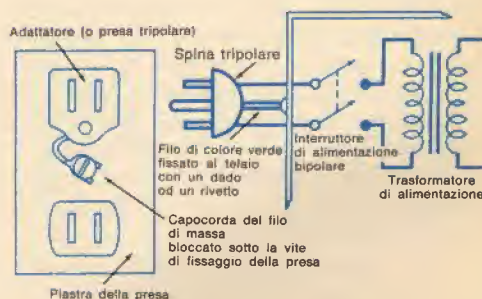


Fig. 1 - *Metodo consigliato per il collegamento dei cordoni di alimentazione e degli interruttori di un apparecchio elettrico.*

attenzione. Ad esempio, si deve evitare di girare lo sguardo per leggere uno strumento di misura o per osservare una forma d'onda all'oscilloscopio mentre si sta toccando con una sonda un punto di un circuito elettrico alimentato. Si proceda come farebbe uno del mestiere, cioè si colleghino le sonde mentre l'apparecchiatura in prova non è alimentata; poi si dia corrente, si eseguano le letture, e si tolga nuovamente l'alimentazione; dopo questa operazione si possono staccare le sonde dall'apparecchio. Diversamente, nell'attimo in cui si stacca lo sguardo dal lavoro per eseguire una lettura, la punta della sonda può scivolare ed in questi frangenti le possibili reazioni soggettive possono causare danni maggiori.
Basta che il cuore venga percorso da 10-20 μA di corrente, perché si abbia la fibrillazione ventricolare, con conseguenze generalmente fatali se non si dispone di immediata assistenza e degli strumenti adatti. Correnti anche solo di 100 mA, che entrino attraverso una mano ed escano dall'altra mano o da un piede, possono generare nel cuore una corrente tale da provocare la fibrillazione. Perciò, non si lavori mai con entrambe le mani su un circuito ad alta tensione e non si tenga mai una mano sul telaio mentre con l'altra si opera sul circuito. Per evitare tentazioni è bene tenere la mano libera in tasca o dietro la schiena.
Se si deve lavorare su un circuito non alimentato, dove però si sviluppano normalmente alte tensioni, ci si accerti che la spina del cordone di alimentazione sia staccata e si badi di scaricare tutti i condensatori elettrolitici dei circuiti ad alta tensione. Questi condensatori possono trattenere forti cariche per lungo tempo dopo che l'alimentazione è stata disinserita, perciò è meglio non correre rischi. Si ricordi che anche le scariche non fatali, perché troppo deboli, possono procurare lesioni secondarie come contusioni, strappi e fratture ossee, perché i muscoli sotto scossa si contraggono involontariamente, ma con estrema violenza. Questa può essere una difesa naturale, perché può interrompere il circuito attraverso il corpo, ma vi è il pericolo di sbattere la testa contro uno scaffale o di ferirsi con un telaio.

Quando non si deve lavorare - È abitudine di molti mettersi a lavorare su circuiti o su apparecchi quando invece dovrebbero andare a riposare. Ci sono momenti in cui chi tiene alla salute deve assolutamente evitare di avvicinarsi ad un apparecchio elettronico.
Ambienti umidi ed afosi provocano un'abbondante sudorazione e fanno sciupare energie; inoltre, un corpo coperto di sudore fortemente salino è un buon conduttore di elettricità, in quanto non solo la resistenza superficiale della pelle è ridotta, ma viene agevolato anche il passaggio della corrente fra la pelle e l'interno del corpo.
D'altra parte, anche un ambiente freddo può essere pericoloso; il freddo ha l'effetto di intirizzire il corpo e particolarmente le estremità (ad esempio, la punta delle dita che sostengono una sonda). Le dita, quando perdono la naturale sensibilità tattile, possono sbagliare facilmente e fin troppo spesso. Perciò occorre scaldare la stanza oppure evitare di lavorare.
Non si inizi mai a lavorare se si è stanchi, inquieti od agitati e non si cerchi di andare oltre le proprie possibilità quando si è al banco di lavoro. In condizioni di stanchezza si perde facilmente la concentrazione, situazione questa altrettanto pericolosa quanto la distrazione visiva.
Il momento migliore per lavorare è quando si è rilassati e lucidi di mente.

Equipaggiamento e laboratorio - Molte persone, pur ligie alle misure di sicurezza, danno poca importanza alla strumentazione ed all'ambiente di lavoro. Ciò vale particolarmente per il dilettante che lavora in uno scantinato od in una mansarda, dove le condizioni ambientali sono tendenzialmente pericolose.
Un argomento particolarmente delicato è quello degli strumenti alimentati dalla rete, i quali non possono essere considerati sicuri se sono muniti di un cordone di alimentazione a due soli conduttori e che risultano ancora meno sicuri se il loro interruttore di alimentazione è unipolare. Tutti i cordoni a due conduttori devono

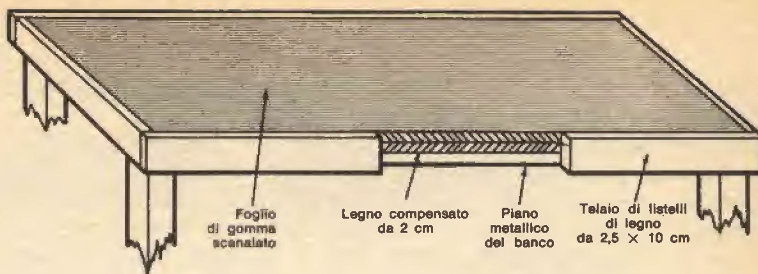


Fig. 2 - Come rendere sicuro un banco di lavoro con piano in metallo per mezzo dell'aggiunta di un rivestimento isolante.

essere sostituiti con altri a tre conduttori e tutti gli strumenti devono essere muniti di interruttori bipolari. Il modo consigliato per collegare i cordoni e gli interruttori degli apparecchi è illustrato nella *fig. 1*. È bene, mentre si compiono queste operazioni, controllare tutti i cordoni di alimentazione e le relative spine, sostituendo tutti i componenti che risultano carbonizzati, rotti o consumati.

Si innestino le spine tripolari nelle prese appropriate, od in adattatori che ne permettano l'inserimento sull'impianto elettrico domestico a due conduttori. Se si fa uso di adattatori, si blocchi il capocorda del filo di massa sotto la vite di fissaggio della presa. Se si devono usare simultaneamente numerosi strumenti, la cosa migliore è di usare una presiera industriale con interruttore automatico o protetta da fusibili; così facendo, è necessario soltanto un adattatore per collegarsi all'impianto elettrico di casa a due fili.

Chi desidera lavorare in piena tranquillità, non ha che da installare nel sistema elettrico del tavolo stesso un interruttore automatico azionato dalle dispersioni verso massa. È questo un dispositivo che, in un tempo brevissimo, interrompe la corrente ogniqualvolta la dispersione verso massa supera un determinato livello (di norma 5 mA). Non bisogna inserire questo dispositivo sull'intero impianto elettrico della stanza, perché farebbe spegnere la luce al momento dello scatto, mettendo così chi lavora nella pericolosa situazione di doversi muovere al buio, incespicando nei diversi oggetti sparsi per la stanza.

Infine, si procuri di rendere il posto di lavoro, oltre che sicuro, anche confortevole. In uno scantinato umido, dove il pavimento è in cemento grezzo, od in una mansarda dove il pavimento è fatto di tavole di legno sconnesse, è utile una ricopertura di linoleum. Qualunque locale dalle pareti o dal soffitto non rifiniti sarà molto valorizzato da un rivestimento in legno. Però, prima di installare l'assito, è bene controllare che non vi siano infiltrazioni d'acqua. In un seminterrato, un'apertura di ventilazione nel telaio di una finestra o nel muro, munita di un aspiratore, permetterà la libera circolazione dell'aria e manterrà l'ambiente relativamente secco e senza odori. Come tocco finale, si installi anche un'illuminazione adeguata. Su qualsiasi buon libro che tratti dei piccoli problemi di manutenzione della casa si trovano utili consigli sul miglior modo di fare tutte queste cose.

Il legno è il materiale più adatto per un banco di lavoro, ma se si dispone di un banco con il piano in metallo, bisogna fare in modo da renderlo sicuro. Allo scopo, servono due tavole di legno compensato dello spessore di circa 2 cm, tagliate 3 mm più lunghe e più larghe delle dimensioni del banco. Si incollano insieme le tavole di compensato e si lasciano fissate con morsetti per una notte.

Si ricopre quindi la superficie con un foglio di gomma sintetica scanalata, fissata con colla a presa rapida, in modo da ottenere un piano di lavoro resistente e non sdrucciolevole. Infine, si incollano e si inchiodano lungo i bordi listelli di legno duro, come indicato dalla *fig. 2*. Una volta pronto, il piano di lavoro verrà incastrato sul piano in metallo del banco, senza alcun ulteriore bloccaggio.

Mettendo in pratica tutto quello che si è detto in quest'articolo, le probabilità di infortunarsi, anche gravemente, nel proprio laboratorio saranno molto ridotte. Per concludere, ripetiamo ancora di eseguire qualsiasi lavoro con la massima attenzione e di non lavorare con troppa fretta se non si vuole andare incontro a guai.





SISTEMA ISB

UN PROGETTO PER LA RIFORMA DELLA RADIO

La principale caratteristica delle trasmittenti ad onde medie e lunghe a modulazione di ampiezza (MA), cioè la distanza del raggio di azione, divenuto ormai internazionale, va sempre più scomparendo con l'aumentare delle reciproche interferenze. Ma anche dalla modulazione di ampiezza su banda laterale doppia (DSB), la più antica tecnica di trasmissione radiofonica, non si potrà attendere un miglioramento sostanziale delle condizioni di ricezione, neppure dopo la conferenza per la pianificazione delle onde, prevista per il 1974/75. Anche il sistema a banda laterale unica (SSB), in cui si erano riposte alcune speranze, dopo la seduta tenutasi a Bruxelles nel 1972, appare di difficile e remota realizzazione.
Per queste ragioni, il sistema ad *indipendent-side-band* (ISB), proposto dall'istituto amburghese per la tecnica radiofonica, ha le migliori prospettive di imporsi, poiché offre gli stessi vantaggi del sistema SSB per quanto riguarda l'utilizzazione della banda e l'eliminazione dell'effetto evanescenza e dei disturbi da interferenze; esso presenta inoltre il vantaggio di poter venire introdotto senza accordi internazionali ed inoltre di consentire un raddoppio dei canali di programma a numero di trasmittenti immutato. Per ricevere i programmi ISB occorrono però nuovi radioricevitori, per i quali la Siemens ha progettato due nuovi gruppi di componenti, risultanti dal compendio delle tecniche più avanzate, sia circuitali sia dei componenti veri e propri.
Per i programmi ISB sono necessari ricevitori speciali, che separino le due bande laterali con un minimo di 40 dB nella gamma principale, che è quella udibile, tra i 150 Hz ed i 4.000 Hz. Per i trasmettitori si ritiene opportuno contenere la separazione in 30 dB. Le due proposte Siemens per un ricevitore ISB differiscono tra loro sostanzialmente per il modo in cui viene soppressa la banda laterale non desiderata. Un compensatore della potenza reattiva a 90° (0,1% di tolleranza), costruito con la tecnica a film sottile, opera una risoluzione che nella prima variante va da 150 Hz a 4 kHz, mentre nella seconda va da 150 Hz a 2 kHz.
Poiché un ricevitore ISB deve soddisfare esigenze maggiori rispetto ad un apparecchio tradizionale, non dovrebbero esservi difficoltà per la ricezione di segnali SSB e DSB. Si dovrebbe anzi avere una ricezione del DSB notevolmente migliorata dalla possibilità di scegliere ogni volta la banda laterale che si presenta meno disturbata. Questi ed altri vantaggi dovrebbero indurre un numero sempre crescente di radioascoltatori ad utilizzare nuovamente, ed in maggior misura di quanto avviene nel presente, le bande di onde corte, medie e lunghe. Inoltre, se aumentasse il numero di radioascoltatori, gli enti radiofonici sarebbero in grado ed in condizione di offrire in queste bande programmi supplementari, con indubbio vantaggio all'introduzione del sistema ISB.



AMPLIFICATORE AUDIO DI POTENZA

- PICCOLE DIMENSIONI
- BASSA POTENZA
- BASSA DISTORSIONE

Gli amplificatori audio senza trasformatore d'uscita, detti OTL, sono vecchi quasi quanto i transistori audio di potenza. Però, se un amplificatore audio è anche senza condensatore d'uscita (OCL), si ottengono parecchi vantaggi. In questo articolo presentiamo un eccellente amplificatore Hi-Fi OTL/OCL, progettato per fornire una potenza d'uscita da 3 W a 5 W efficaci su un carico di 8 Ω. Il suo responso in frequenza è piatto, di ± 0,5 dB da 10 Hz a 20.000 Hz, e la sua distorsione armonica totale, misurata al livello d'uscita di 1 W, è inferiore allo 0,2%. La sensibilità d'entrata è di 150 mV efficaci per la piena uscita.

Nell'amplificatore vengono impiegati circuiti integrati lineari e quindi i componenti esterni sono ridotti al minimo. Tutto l'amplificatore, ad eccezione del trasformatore d'alimentazione, può essere montato comodamente su un circuito stampato da 7,5 x 5 cm.

Come funziona - Nella *fig. 1-a* è rappresentato un tipico stadio OTL. I transistori ed i resistori limitatori di corrente formano un partitore di tensione collegato all'alimentatore. Tra l'uscita e massa appare quindi una tensione continua di valore pari alla metà di quella dell'alimentatore. Per evitare che questa tensione sia applicata all'altoparlante, viene generalmente usato, per bloccare la c.c., un condensatore d'accoppiamento di altissima capacità. Gli inconvenienti dovuti a questo condensatore possono essere: ridotto responso alle frequenze basse, rotazione di fase, ecc.

Nella *fig. 1-b* è suggerito un mezzo per eliminare il condensatore d'uscita. Questo sistema viene denominato "ad alimentazione suddivisa" e viene spesso usato negli amplificatori di alta potenza. Un grave svantaggio presentato dai circuiti della *fig. 1-a* e della *fig. 1-b* è che il potenziale audio d'uscita di picco ai capi dell'altoparlante è limitato alla metà della tensione d'alimentazione. Perciò, la potenza di uscita di questi circuiti non può essere superiore ad un quarto della potenza d'uscita del circuito riportato nella *fig. 1-c*.

La *fig. 1-c* illustra il circuito di un amplificatore OCL di tipo a ponte semplificato. Il transistore Q1 è un divisore di fase, impiegato per pilotare le due metà dell'amplificatore a ponte. Poiché Q2 e Q5 conducono solo quando Q3 e Q4 sono all'interdizione e viceversa, la massima tensione d'uscita applicata all'altoparlante è praticamente pari alla tensione d'alimentazione.

I circuiti della *fig. 1* sono stati riportati a semplice scopo esplicativo e non si de-

vono usare per montaggi pratici; in tali circuiti, infatti, sono stati omessi alcuni componenti, tra cui quelli necessari per una giusta polarizzazione.

Nella *fig. 2* riportiamo lo schema di un amplificatore pratico OTL/OCL. I transistori e la maggior parte dei componenti ad essi relativi sono stati sostituiti da un paio di amplificatori operazionali di potenza. Lo stadio differenziale d'entrata dei circuiti integrati fornisce un'entrata invertitrice ed un'entrata non invertitrice. Collegando l'entrata invertitrice di un circuito integrato all'entrata non invertitrice dell'altro circuito, non è necessario un divisore di fase.

Il condensatore C2 limita alla gamma audio il responso alle frequenze alte dell'amplificatore. Senza C2 il responso dell'amplificatore sarebbe piatto fino a circa 200 kHz e perciò l'amplificatore potrebbe assorbire una corrente eccessiva amplificando rumore di frequenza alta.

Il guadagno dell'amplificatore è determinato dal valore di R2. Con il valore specificato, circa 150 mV piloteranno l'amplificatore alla piena potenza. Sostituendo R2 con un potenziometro da 500 kΩ, il guadagno può essere regolato secondo le necessità personali, ma i collegamenti al

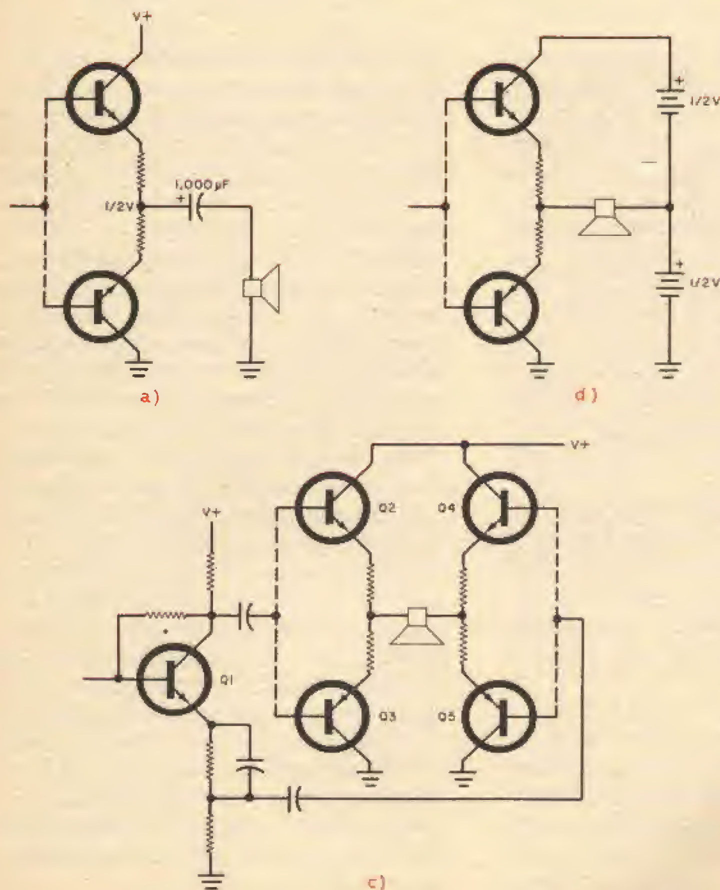


Fig. 1 - *Circuiti basilari OTL (a) e OCL (b). Il circuito (c) è quello di un amplificatore semplificato OTL/OCL di tipo a ponte.*

potenziometro devono essere schermati.
Come nella maggior parte degli amplificatori ad accoppiamenti diretti, all'uscita appare una piccola tensione c.c. di sbilanciamento. Il resistore R3 (in genere non necessario) viene usato per regolare la polarizzazione su IC1 e mantenere al minimo lo sbilanciamento.
L'alimentatore che si vede nella *fig. 2* fornirà circa 17,5 Vc.c. a 1 A. Con questa tensione, l'amplificatore fornirà una potenza di circa 3 W efficaci ad un altoparlante da 8 Ω, potenza più che sufficiente per pilotare adeguatamente un efficiente altoparlante in mobile bass-reflex. Portando a 22 V la tensione di alimentazione, l'amplificatore fornirà al carico una potenza di circa 5 W efficaci. Non si devono superare però i 22 V, in quanto questa è la tensione massima assoluta per i circuiti integrati. Con una batteria od un alimentatore da 12 V, la potenza dell'amplificatore sarà di circa 1 W.

Costruzione - L'intero amplificatore, ad eccezione del trasformatore di alimentazione T1, si può montare su un circuito stampato, disponendo i componenti come illustrato nella *fig. 3*. Si notino le ampie aree di massa usate per schermatura e per

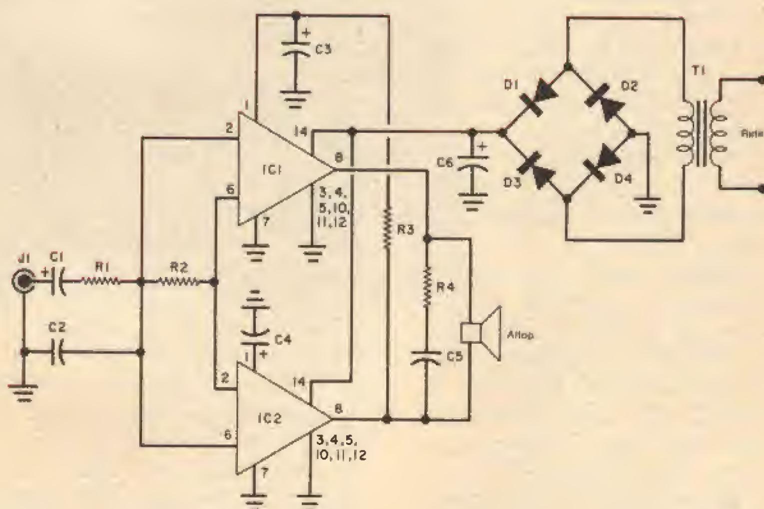


Fig. 2 - *Schema di un amplificatore Hi-Fi OTL/OCL con circuiti integrati.*

MATERIALE OCCORRENTE

C1 = condensatore elettrolitico da 10 µF - 25 VI
C2 = condensatore ceramico da 100 pF
C3, C4 = condensatori elettrolitici da 10 µF - 16 VI
C5 = condensatore ceramico da 0,1 µF - 25 VI
C6 = condensatore elettrolitico da 500 µF - 25 VI
D1, D2, D3, D4 = diodi raddrizzatori 1N4001
*IC1, IC2 = circuiti integrati National LM380N **
J1 = jack telefonico
R1 = resistore da 100 kΩ - 0,5 W
R2 = resistore da 470 kΩ - 0,5 W
R3 = resistore da 2,2 kΩ - 0,5 W (generalmente non necessario)
R4 = resistore da 2,7 Ω - 0,5 W
T1 = trasformatore per filamenti da 12 V, 1 A
Circuito stampato, dissipatore di calore fatto con lamierino di rame spesso 1 mm (ved. testo), minuterie varie

** I prodotti National sono reperibili presso il rappresentante per l'Italia, ENZO HRUBY, via Petrarca 16 — 20123 Milano.*

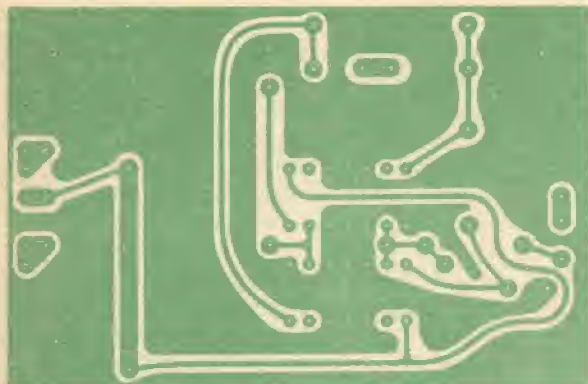
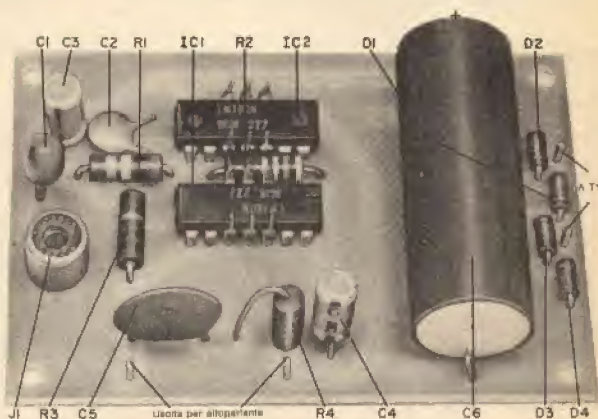


Fig. 3 - *Illustrazione del circuito stampato (a sinistra) e disposizione dei componenti (sotto).*



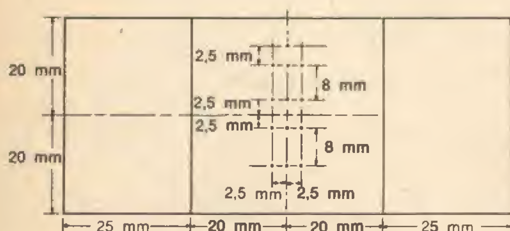


Fig. 4 - *Particolari meccanici del dissipatore di calore per i circuiti integrati.*

dissipare il calore. Se l'amplificatore si deve usare con alimentazione di 12 Vc.c., non sono necessari altri dissipatori di calore, ed i piedini 3, 4, 5, 10, 11, 12 dei due circuiti integrati si saldano direttamente al circuito stampato.

Volendo far funzionare l'amplificatore con 17,5 Vc.c. o 22 Vc.c., i piedini 3, 4, 5, 10, 11, 12 devono essere piegati verso l'alto ed introdotti e saldati nei fori del radiatore di calore. Per i particolari costruttivi del radiatore di calore si veda la *fig. 4.* Si saldi quindi un pezzetto di filo di rame nudo al foro vicino al piedino 11 di IC2 ed al corrispondente foro del circuito stampato. 

La macchina del tempo

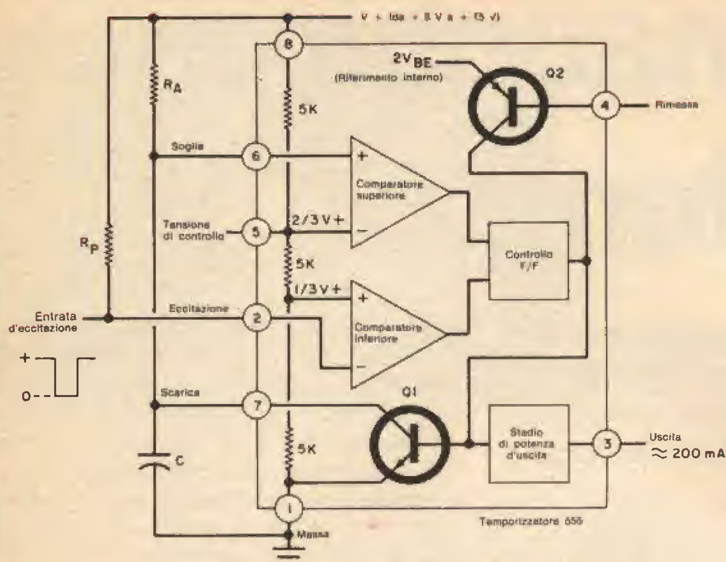
Conoscendo il funzionamento del circuito integrato temporizzatore 555 si possono costruire molti interessanti montaggi

Poiché, per definizione, si dice "standard" un dispositivo che può essere usato per una grande varietà di applicazioni, si potrebbe pensare che il numero dei circuiti integrati standard sia limitato. Proprio l'anno scorso, un nuovo tipo di circuito integrato ha dato chiari segni di diventare standard. È interessante notare che questa categoria di dispositivi non era stata rappresentata prima da un circuito integrato specificamente progettato per assolvere alla sua funzione. Questo circuito integrato è il temporizzatore 555, un circuito di controllo di tempo versatile e completo, in grado di funzionare come astabile o monostabile con una vasta gamma di larghezza di impulsi, dai microsecondi ai minuti. Esso, inoltre, funziona con alimentazione singola a vasta gamma (da + 4,5 V a + 16 V) e, per di più, ha una corrente d'uscita di 200 mA.

Le funzioni temporizzatrici possono, naturalmente, essere realizzate con altre tecniche IC, come multivibratori numerici od amplificatori operazionali. Tuttavia, quando si devono pilotare carichi che richiedono alte correnti o quando si deve usare un'alimentazione singola, questi due metodi, a causa del numero dei componenti necessari, si possono dimostrare poco pratici. Il quadro però è cambiato da quando la Signetics ha presentato il primo circuito integrato temporizzatore, il NE555, un dispositivo commerciale in involucro a otto piedini. Tale dispositivo si è affermato rapidamente e viene ora costruito da varie ditte; di esso, in commercio, esistono anche versioni doppie.

L'utilità del 555 viene messa in evidenza dalle sue impressionanti caratteristiche. Consideriamo, per esempio, la sua precisione iniziale di temporizzazione, che è tipicamente entro l'1% del valore calcolato. Dal momento che il 555 fornisce, per progetto, un impulso di uscita la cui larghezza è indipendente dalla tensione di alimentazione, questa precisione si ha con tensioni di alimentazione comprese tra + 5 V e + 15 V. Ciò significa che per mantenere la stabilità non sono necessari alimentatori stabilizzati. Inoltre, una volta avviato, il dispositivo mantiene la sua larghezza d'impulso. Per esempio, la variazione di larghezza d'impulso è tipicamente solo dello 0,005% per grado centigrado di variazione della temperatura. Il 555 può infatti essere considerato indipendente dalla temperatura per le modeste temperature ambientali in cui vengono effettuati i montaggi sperimentali. Naturalmente, ciò vale se anche i componenti R e C di temporizzazione sono stabili alla temperatura.

Come funziona - Conoscendo le sue caratteristiche, uno sguardo nell'interno del 555 può essere utile per capire come funziona ed in che modo si può usarlo. Lo schema a blocchi della *fig. 1-a* mostra i componenti funzionali del 555 ed il modo di funzionamento come temporizzatore eccitato ad un colpo. Il circuito interno, anche se piuttosto complesso, ha un mini-



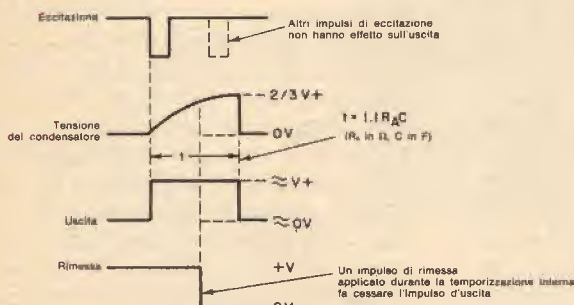


Fig. 1 - *Logica interna (a) e forme d'onda (b) del temporizzatore 555 durante il funzionamento eccitato.*

mo di collegamenti esterni (otto piedini). Il circuito svolge le funzioni di controllo, eccitazione, sensibilità al livello e scarica con uno stadio di uscita di potenza che fornisce una porta di alto livello (vicina al livello V+) per la durata dell'intervallo di temporizzazione. Tuttavia, la completa operazione temporizzatrice è determinata da due soli componenti esterni: il resistore R_A ed il condensatore C.

Modo monostabile - In stato di riposo, il flip-flop di controllo mantiene Q1 in conduzione, agganciando a massa il condensatore di tempo C. In questo stato, l'uscita (piedino 3) è a livello di massa. Il partitore interno di polarizzazione, composto da tre resistori da 5 kΩ, fornisce tensioni di polarizzazione di 2/3 V + e di 1/3 V + rispettivamente ai comparatori di limite superiore ed inferiore. Questi due livelli determinano le soglie di tensione che, a loro volta, stabiliscono l'intervallo di temporizzazione.
Il comparatore basso, poiché è polarizzato a 1/3 V+, rimane nel suo stato di riposo

fino a che l'entrata di eccitazione (piedino 2) viene mantenuta alta (più di 1/3 V+) da R_p. Quando la tensione al piedino 2 si abbassa, il comparatore basso determina il flip-flop, portando Q1 all'interdizione, e l'uscita si porta al suo stato alto, vicina a V+. Il condensatore C, poiché in queste condizioni non è agganciato, si carica esponenzialmente, attraverso R_A, verso V +. Dopo un periodo di tempo pari a 1,1 R_AC, la tensione ai capi di C arriva a 2/3 V+ che è la soglia del comparatore superiore (piedino 6). A questo punto, il comparatore superiore rimette il flipflop nelle condizioni primitive, portando Q1 in conduzione, scaricando C a zero e facendo ritornare l'uscita allo stato basso, di riposo.

Nella *fig. 1-b* è rappresentata la sequenza di temporizzazione monostabile del 555. Oltre al funzionamento descritto, vi sono altri due punti interessanti. Uno è che qualsiasi altro impulso d'eccitazione in entrata (rappresentato tratteggiato nella *fig. 1-b*) nel corso dell'intervallo di temporizzazione non influisce sull'uscita. Una volta eccitato, cioè, il ciclo si compie invariato, nonostante l'impulso successivo. La durata dell'impulso di eccitazione deve essere inferiore a quella dell'impulso d'uscita. Ciò può essere ottenuto per differenziazione, la quale migliora anche l'immunità al rumore.

Un secondo punto è che la funzione di rimessa nelle condizioni primitive, se attivata da un'entrata a basso livello sul piedino 4, porta in conduzione Q1 e fa terminare l'impulso d'uscita. L'uscita viene mantenuta bassa per tutto il tempo in cui il piedino 4 è basso. L'uso dell'entrata di rimessa è facoltativo. Se non si usa, il piedino 4 deve essere collegato al V + per evitare possibili eccitazioni dovute al rumore.

L'interessante caratteristica di una larghezza dell'impulso d'uscita indipendente dalla tensione di alimentazione del 555 deriva dal fatto che la tensione di riferimento di temporizzazione (2/3 V+) ed il tempo di carica di C sono entrambi proporzionali alla tensione di alimentazione. Di conseguenza, variazioni di alimentazione influiscono su entrambi in modo da cancellare variazioni dell'intervallo di tempo.

Si noti anche che la tensione di soglia superiore è disponibile al piedino 5. Ciò consente, volendo, il controllo esterno della larghezza d'impulso. Se questa possibilità non viene sfruttata, si consiglia, per evitare difficoltà dovute al rumore, di collegare tra il piedino 5 e massa un piccolo condensatore (da 0,01 μF).

Modo monostabile eccitato - Nella *fig. 2-a* è rappresentato un circuito monostabile eccitato comprendente la rete R1C1, la quale evita qualsiasi falsa eccitazione sui bordi positivi. I valori di R1 e di C1 non sono critici.

I valori di R_A e C si scelgono con il diagramma di tempo riportato nella *fig. 2-b.*

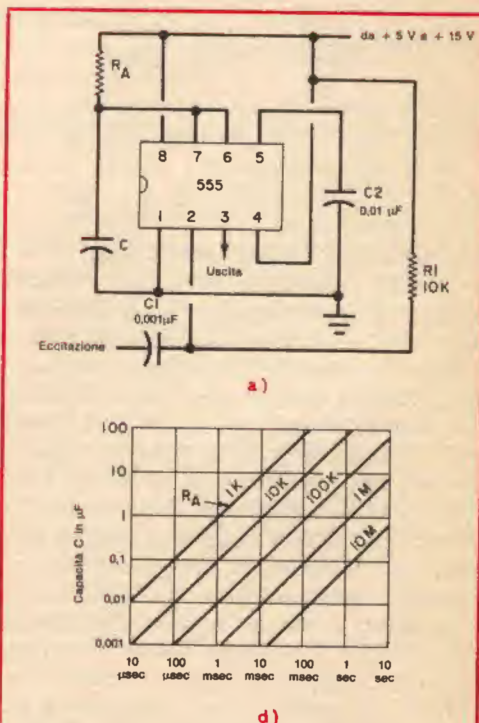


Fig. 2 - *Uso del 555 come monostabile eccitato (a). Il diagramma (b) si usa per determinare i valori del condensatore e del resistore.*

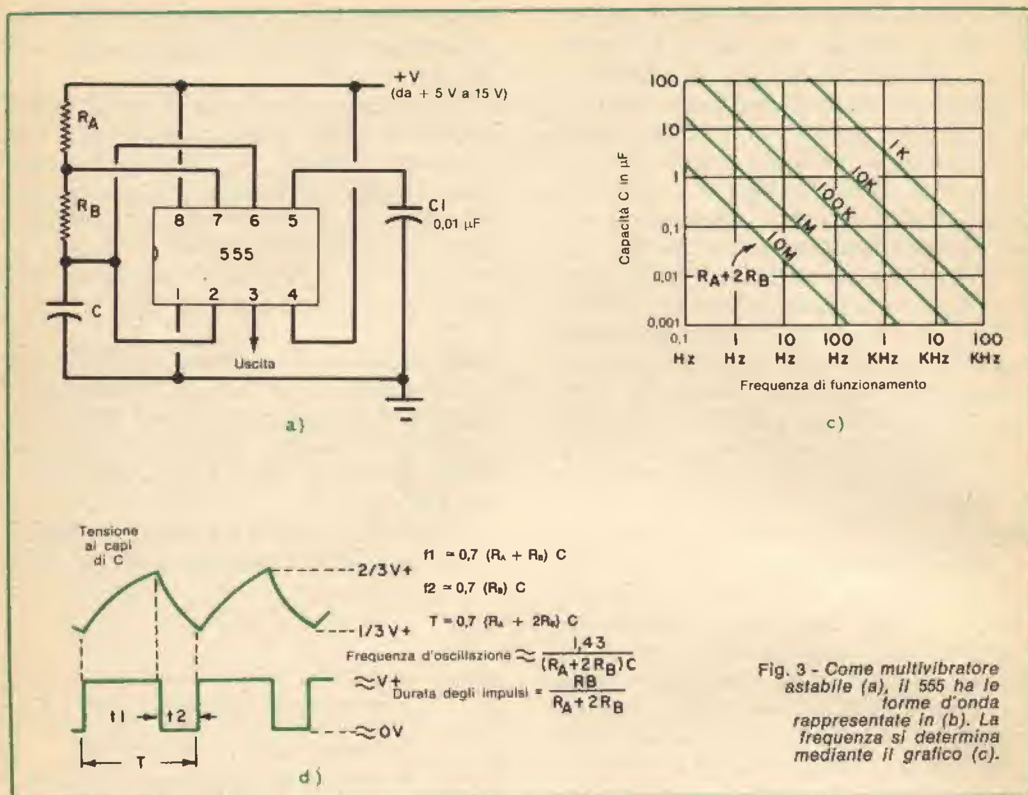


Fig. 3 - *Come multivibratore astabile (a), il 555 ha le forme d'onda rappresentate in (b). La frequenza si determina mediante il grafico (c).*

Per ottenere le migliori prestazioni, vi sono alcune avvertenze da tenere presenti per quanto riguarda R_A e C. È bene restare entro la gamma di resistenze specificate nel diagramma ed evitare, se possibile, l'uso di condensatori elettrolitici di alto valore, in quanto tendono ad avere perdite. Le perdite, naturalmente, rappresentano una gravissima difficoltà nei lunghi periodi di tempo (valori elevati di C), ed un fatto vitale che limita i periodi più lunghi di temporizzazione. Dovendo ricorrere a condensatori elettrolitici, si devono usare quelli al tantalio che hanno basse perdite. Una diminuzione della tensione concorrerà a ridurre al minimo la corrente di perdita. Con componenti di tempo di buona qualità, il 555 fornirà impulsi stabili e precisi.

Modo astabile - Il secondo modo di funzionamento del 555 è come multivibratore stabile (*fig. 3-a*). La resistenza di tempo è divisa in due parti, R_A e R_B, ed il transistore di scarica (piedino 7) è collegato al punto di unione delle due resistenze. All'inizio, C si carica attraverso R_A e R_B verso V+, fino a che la carica arriva a 2/3 V + eccitando il comparatore superiore. Il condensatore comincia allora a scaricarsi verso massa attraverso R_B, fino a che la carica arriva a 1/3 V+, punto in cui viene eccitato il comparatore inferiore, dopodiché ha inizio un nuovo ciclo di carica.

Come si vede nella *fig. 3-b,* il condensatore si carica e si scarica tra i limiti di 2/3 V+ e 1/3 V+. Lo stato d'uscita è, come prima, alto durante il ciclo di carica e basso durante il ciclo di scarica. Le equazioni di tempo, per questo modo di funzionamento, sono alquanto più complesse

(*fig. 3-b*). Tuttavia, i valori di resistenza e capacità si possono determinare usando la *fig. 3-c*. Poiché il condensatore viene caricato da due resistori di tempo e scaricato soltanto da uno, la forma d'onda d'uscita è asimmetrica e non quadrata.
I tempi t1 e t2, e quindi la frequenza, sono indipendenti da V+ come nel circuito monostabile.

Tipi e fabbricanti - Le sigle caratteristiche del 555 costruito da vari fabbricanti sono: Signetics, NE555V; National, LM555CN; Motorola, MC1455P1; Lithic Systems, LS555; Fairchild, NE555V; Intersil, NE555V; tutti quanti sono dispositivi singoli in involucro basso ad otto piedini.
Le unità 555 doppie sono: Signetics, NE556A; Exar, XR-2556CP; Lithic Systems, LS555-2. I dispositivi Signetics ed Exar sono unità a quattordici piedini su doppia fila, mentre l'unità della Lithic Systems ha sedici piedini sistemati come per due 555 sovrapposti.



DISPOSITIVO ELETTRONICO PER GLI ALPINISTI

La Sezione Elcoma della Philips ha realizzato un dispositivo "trova persone", mediante il quale risulta semplificata e sicura la ricerca di alpinisti sepolti da valanghe. L'apparecchio è stato collaudato recentemente con successo sull'Abetone.
Il principio di funzionamento è il seguente: ogni alpinista è dotato di un apparecchio denominato ripetitore, che consiste di un radioricevitore a basso consumo (2 mW) con un'autonomia di circa duemila ore, continuamente in ricezione (da quando si abbandona un rifugio sicuro), di un commutatore elettronico e di un trasmettitore da 0,1 W, con circa cinque ore di funzionamento continuo, normalmente non in funzione.
L'alimentazione del ripetitore è effettuata da un caricatore equipaggiato con pile al mercurio. Il ripetitore non richiede di essere manovrato dall'alpinista, in quanto questi può essere ferito, svenuto od in stato di choc.
Le operazioni di localizzazione avvengono nel modo seguente: la squadra di soccorso (sono sufficienti due persone), giunta sul posto, invia segnali di chiamata mediante il trasmettitore di cui è dotata. Quando questi segnali vengono ricevuti dal ripetitore indossato dall'alpinista sepolto sotto la neve, il trasmettitore contenuto nel ripetitore viene messo in funzione dal commutatore elettronico in esso incorporato. L'alpinista sepolto, come già detto, rimane completamente estraneo al funzionamento del ripetitore, che viene telecomandato esclusivamente dalla squadra di soccorso.
Un radiogoniometro, di caratteristiche particolari, azionato da un altro membro della squadra di soccorso, indicherà la direzione di provenienza dei segnali del ripetitore. Pertanto, il soccorritore, senza dover ricorrere a rilevamenti di angoli o triangolazioni, ma seguendo soltanto le indicazioni del radiogoniometro, si avvicinerà al sepolto con un percorso essenzialmente rettilineo, con la massima velocità di marcia consentita dalla neve e, senza perdite di tempo, arriverà sulla verticale della persona sepolta.
Il dispositivo in questione è stato sottoposto a prove di collaudo sull'Abetone da parte del LAE (Laboratorio Applicazioni Elettroniche della Philips) ed i risultati ottenuti sono i seguenti: cinque apparecchi coperti da uno strato di neve sono stati identificati, uno dopo l'altro, in pochi minuti. Prove di profondità e di distanza hanno poi dato i seguenti risultati: sepolto da oltre 2 m di neve, il ripetitore è stato segnalato dal radiogoniometro a circa 100 m di distanza e rintracciato in meno di dieci minuti.



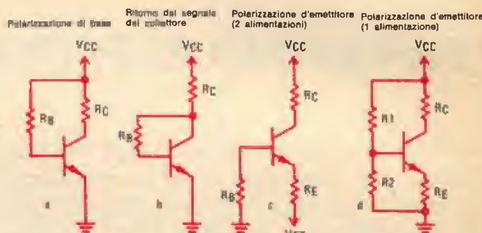
CONOSCETE I TRANSISTORI BIPOLARI?

2ª PARTE

Polarizzazione - Dovendo funzionare come amplificatore, il transistore deve essere anzitutto polarizzato ad un certo valore di riposo della corrente di collettore, di modo che le tensioni d'entrata (sia positive sia negative) possano provocare corrispondenti variazioni della tensione e della corrente d'uscita. Il punto di polarizzazione ideale è rappresentato, sulla linea di carico, con Q in quanto esso consente escursioni circa uguali di I_C e V_{CE} in entrambe le direzioni lungo la linea di carico, senza tosatura del segnale. Il punto di polarizzazione viene stabilito da una corrente di riposo di base che provoca una corrente continua di collettore di circa $I_{C(sat)}/2$.

Per stabilire il punto di polarizzazione vengono usati parecchi circuiti, i più comuni dei quali sono rappresentati nella *fig. 5*; la differenza principale tra tali circuiti, per quanto riguarda le prestazioni, sta nella stabilità del punto di polarizzazione. Nel punto Q sulla linea di carico della *fig. 4*, (vedere la *1ª Parte* di questo articolo) il transistore ha un beta di circa 20. Se si fosse sostituito un transistore con un beta di 40 (simulato dividendo per 2 tutti i valori di I_B) e se I_B fosse mantenuto a 2,5 mA dal circuito di polarizzazione, come prima, il punto di funzionamento si sposterebbe al punto Q', un valore molto più alto di I_C; di conseguenza, si avrebbe una considerevole distorsione per segnali d'entrata di alto valore.

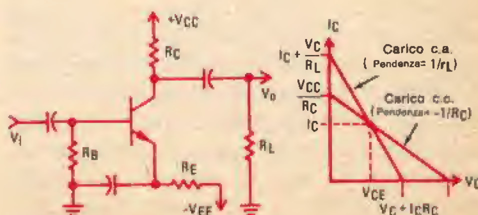
Il fattore di stabilità del punto di polarizzazione (S) viene definito come variazione percentuale di I_C per una variazione percentuale di β e cioè $\Delta I_C/I_C = S\Delta\beta/\beta$. Se una variazione percentuale di β causa una corrispondente variazione percentuale di I_C, che è la condizione me-



$I_C \rightarrow$	$\beta \dfrac{V_{CC}}{R_B}$	$\dfrac{V_{CC}}{R_C + R_B/\beta}$	$\dfrac{V_{EE}-V_{BE}}{R_E + R_B/\beta}$	$\dfrac{R2}{R1+R2} \times \dfrac{V_{CC}}{R_C}$
$S \rightarrow$	1	$\dfrac{1}{1+\beta R_C/R_B}$ Per $R_B = \beta R_C$ $S \approx 0{,}5$	$\dfrac{1}{1+\beta R_E/R_B}$ Per $R_B = R_C$ $S \approx 1/\beta$	$\dfrac{1}{1+\beta R_E \dfrac{R1R2}{R1+R2}}$
Per fare $I_C = \dfrac{I_{C(sat)}}{2}$	$R_B = 2\beta R_C$	$R_B = \beta R_C$	$R_E = 2 \dfrac{V_{EE}}{V_{CC}} R_C$	$\dfrac{R1}{R2} = 1 + 2 \dfrac{R_C}{R_E}$

Fig. 5 - Circuiti di polarizzazione convenzionali per configurazioni ad emettitore comune. Nella tabella sono riportate le espressioni caratteristiche approssimate.

Fig. 6 - Circuito di un tipico amplificatore ad emettitore comune con accoppiamenti RC e relative curve di carico c.c. e c.a.



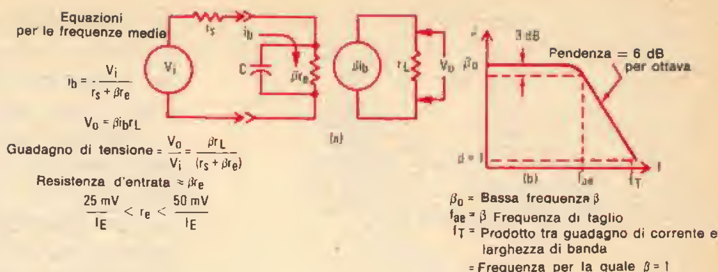
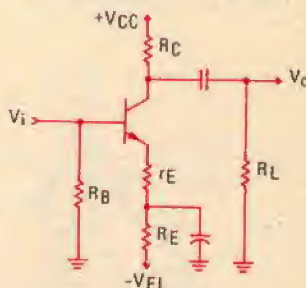


Fig. 7 - Circuito equivalente ad emettitore comune (a) e suo responso (b).

no desiderabile, allora S = 1. Se I_C è indipendente da β (corrispondente ad una variazione zero di I_C quando β viene variato), allora S = O. Le formule che accompagnano la *fig. 5* danno I_C e S come funzioni di β e per S assegnano valori per condizioni specifiche di funzionamento. I sistemi di polarizzazione a degenerazione d'emettitore riportati nella *fig. 5-c* e nella *fig. 5-d* vengono preferiti perché, con una opportuna scelta dei valori dei resistori, l'effetto di β su I_C può essere reso quasi trascurabile. In questo caso però è richiesto un grande valore per R_E, di modo che la tensione $I_E R_E$ dell'emettitore sia molto più alta di V_{BE} o $I_B R_B$. Per evitare possibili fenomeni di controreazione c.a., in parallelo a R_E si pone normalmente un condensatore di elevato valore. Il circuito della *fig. 5-c* si usa quando si può disporre di un alimentatore positivo e negativo. Per il funzionamento a tensione singola, si preferisce il circuito visibile nella *fig. 5-d*. Negli amplificatori a transistori usati solitamente (un amplificatore con accoppiamento RC, per esempio) il punto di funzionamento viene influenzato sia dalle condizioni c.c. sia da quelle c.a. La *fig. 6* mostra un tipico amplificatore con accoppiamento RC ed il relativo grafico della linea di carico. Si noti che vi sono due linee di carico: una linea di carico c.c., la cui pendenza è influenzata solo dal valore di R_C, e una linea di carico c.a., la cui pendenza è determinata da r_L, la resistenza equivalente di R_C e R_L in parallelo. La retta di carico c.c. rappresenta i punti lungo i quali il punto di funzionamento



Guadagno di tensione con $r_E = 0$

$A = r_L/r_e \quad r_L = \frac{R_C R_L}{R_C + R_L} \quad r_e \approx \frac{25\ mV}{I_E}$

Fattore di ritorno del segnale $= \frac{r_E}{r_L}$

Effetto della controreazione sul guadagno:

$A(f) = \frac{A}{1 + AF} = \frac{1}{F}$ (quando $AF \gg 1$)

Effetto della controreazione sulla distorsione d'ampiezza:

$D(f) = \frac{D}{1 + AF}$

Effetto della controreazione sul responso in frequenza:

$f_{ae(f)} = f_{ae}\ (1 + AF)$

Effetto della controreazione sulla resistenza d'entrata:

$R_{i(f)} = R_i\ (1 + AF)$

Fig. 8 - Amplificatore ad uno stadio ed equazioni per gli effetti di ritorno del segnale.

può essere stabilito. La retta di carico c.a. incrocia la retta di carico c.c. nel punto di funzionamento, ed il segnale effettivo varia lungo la retta di carico c.a. che impone i limiti di V e I in uscita.

Le prestazioni c.a. del circuito della *fig. 6* possono essere stabilite mediante l'equivalente circuito ad alta frequenza, ripor-

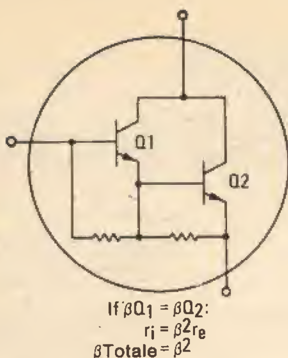
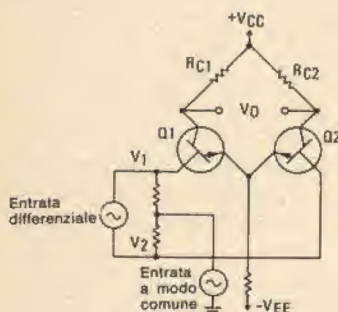


Fig. 9 - *Coppia di transistori Darlington.*



Caratteristiche, se Q1 e Q2 sono perfettamente appaiati

$R_{C1} = R_{C2}$:

$V_i = V_1 - V_2$

$V_0 = \frac{R_c}{r_e}(V_1 - V_2)$

$r_{in} = 2\beta r_e$

Per l'entrata differenziale: $V_1 = -V_2$

Per l'entrata a modo comune: $V_1 = V_2$

Fig. 10 - *Amplificatore differenziale.*

tato nella *fig. 7-a.* Per questa approssimazione si suppone che le frequenze di segnale siano alte abbastanza da rendere piccole e trascurabili tutte le reattanze capacitive della *fig. 6.*

Tutte le giunzioni dei transistori hanno una relativa capacità di giunzione. Questa capacità può essere molto piccola, dell'ordine di pochi picofarad, ma influisce sul funzionamento del transistore alle frequenze alte. Nella *fig. 7-b* è riportato un tipico grafico del responso in frequenza di un transistore. Alla frequenza in cui la reattanza della capacità parassita d'entrata è pari alla resistenza d'entrata, βr_e, in parallelo alla corrente d'entrata si ha una corrente attraverso la capacità in un punto in cui il β effettivo è 3 dB sotto il valore alle frequenze basse. Questa frequenza viene denominata frequenza di taglio β, f_{ae}. Aumentando ancora la frequenza, β continua a diminuire con l'andamento di 6 dB per ottava. La frequenza in cui β è pari all'unità viene specificata tra le caratteristiche come f_T, il prodotto del guadagno di corrente per la banda passante. Conoscendo f_T, è possibile determinare il β del transistore per qualsiasi frequenza tra f_{ae} e f_T mediante la relazione $\beta = f_T/f$.

Controreazione - Mentre la controreazione c.c. dovuta a R_E (nella *fig. 6*) stabilizza il punto di funzionamento rendendolo indipendente da variazioni di beta e di altri parametri dipendenti dalla temperatura, il condensatore in parallelo impedisce al resistore di compensare gli effetti deleteri di queste variazioni sul segnale c.a. Inoltre, un giusto punto di funzionamento può ridurre tosature asimmetriche di segnale, ma non può ridurre la distorsione causata da alinearità delle caratteristiche I_C/I_B (*fig. 4*) per larghe escursioni di segnale. Queste caratteristiche possono essere grandemente migliorate per mezzo di una controreazione di segnale che richiede, come si vede nella *fig. 8,* un resistore di basso valore, senza condensatore in parallelo, r_E, in serie con R_E. Questo è solo uno dei molti sistemi possibili di controreazione. Inoltre, la controreazione migliora il responso in frequenza e compensa le variazioni della tensione d'uscita e di guadagno dovute alle variazioni di parametri sensibili alla temperatura come r_e e β_{ac}.

Le equazioni che accompagnano la *fig. 8* descrivono i vantaggi essenziali ottenuti con la controreazione, nonché le perdite del guadagno di tensione. Tuttavia, dal momento che la controreazione aumenta la resistenza d'entrata, le perdite di gua-

dagno possono essere in parte recuperate aumentando il guadagno di uno stadio precedente con un aumento dell'impedenza d'entrata.

Transistori Darlington - La moderna tecnologia dei semiconduttori ha prodotto non solo circuiti completi su una sola basetta (circuiti integrati), ma anche transistori collegati in combinazione. Per il progettista, questi transistori offrono un certo risparmio di costo e di spazio, pur permettendo una libertà di progetto senza limitazioni. Uno di questi dispositivi è la coppia Darlington rappresentata nella *figura 9.*
Anche se è composto da due transistori collegati tra loro, in pratica, il dispositivo può essere trattato come un solo transistore avente un guadagno di corrente altissimo ed un'altissima resistenza d'entrata. Normalmente, le coppie Darlington vengono impiegate nella configurazione di collettore a massa. In commercio questi transistori sono reperibili come dispositivi di potenza o per segnale con polarità sia npn sia pnp e con beta che vanno da parecchie centinaia a parecchie migliaia.

Amplificatori differenziali - Con l'avvento dei circuiti integrati, il circuito riportato nella *fig. 10* è diventato sempre più importante. Avendo accoppiamento in corrente continua, per mezzo di un resistore d'emettitore comune, non ha limiti alle frequenze basse; però, a differenza di altri tipi di amplificatori con accoppiamenti c.c., presenta un'eccellente stabilità con funzionamento esente da deriva, senza richiedere elaborati circuiti di compensazione. Questa è la sua caratteristica più importante. Impiegato nel modo differenziale, com'è illustrato nella figura, la tensione di uscita risponde solo alla differenza tra le due entrate nelle due basi. Se viene applicato un segnale comune alle due entrate (come nel caso del rumore di un alimentatore) o se le caratteristiche dei transistori cambiano in rapporto ad una variazione di temperatura, ciò influisce allo stesso modo sulla corrente di collettore di entrambi i transistori. Di con-

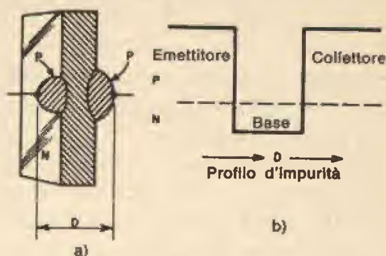


Fig. 11 - *Tipico transistore a lega.*

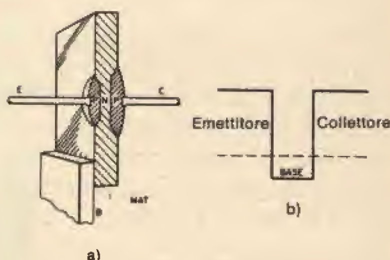


Fig. 12 - *Struttura a microlega.*

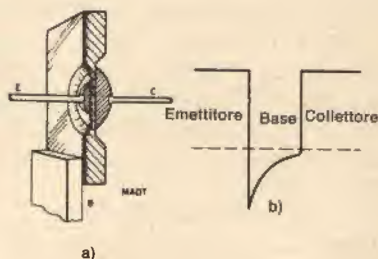


Fig. 13 - *Tipo di transistore a microlega diffuso.*

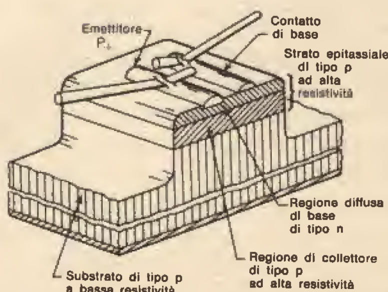


Fig. 14 - *Struttura mesa epitassiale.*

seguenza, la tensione d'uscita tra i collettori rimane costante.

Procedimenti di fabbricazione dei transistori - Con il passare degli anni, sono stati adottati molti procedimenti e molte strutture nella realizzazione dei transistori; la maggior parte di questi metodi vengono ancora usati, anche se i procedimenti più vecchi ormai non offrono le migliori prestazioni ottenibili. I principali progressi in ordine cronologico, nella fabbricazione dei transistori bipolari, sono illustrati nella *fig. 11*, nella *fig. 12*, nella *fig. 13* e nella *fig. 14*.
La *fig. 11-a* rappresenta un tipico transistore a lega e la *fig. 11-b* il suo profilo di impurità; si tratta di un transistore semplice e poco costoso da costruire, avente un eccellente beta alle frequenze basse e funzionante ad alti livelli di corrente e di potenza ma non a frequenze o tensioni elevate.
La *fig. 12* rappresenta la costruzione e il profilo di impurità di una tipica struttura a microlega (MAT); si tratta di una tecnica simile a quella della *fig. 11*, tranne per il fatto che nel substrato di base vengono incise incavature meno profonde prima di legare il collettore e l'emettitore. La base più sottile migliora il responso in frequenza; la struttura diventa però più fragile e la tensione di rottura viene ulteriormente ridotta.
Il procedimento illustrato nella *fig. 13* usa la diffusione di impurità dentro una sottile membrana di base prima della legatura, e ciò allo scopo di consentire un profilo di impurità graduale e controllato con precisione. Questa tecnica offre responsi in frequenze fino a 100 MHz.
Nella *fig. 14* è visibile un procedimento con regioni di collettore e di base sottilissime e largo uso di differenti resistività dei materiali, il quale assicura prestazioni a frequenze elevate, fino a 1 GHz; tale procedimento presenta pure un alto guadagno ed un'elevata tensione di rottura. Tuttavia, le sensibili giunzioni pn sono esposte all'aria e ciò provoca un'alta corrente di perdita.

(continua)

ELETTRAKIT
TRANSISTOR



Non è necessario essere tecnici per costruire questa modernissima radio a transistori.

La Scuola Radio Elettra Le permette di montare, con le Sue mani e senza alcuna difficoltà, un modernissimo ricevitore portatile MA-MF a 10 transistori, 5 diodi ed un diodo varicap; nel contempo, la Scuola Le offre un magnifico divertimento e la possibilità di conoscere a fondo l'apparecchio, di saperlo riparare da solo e di intraprendere, se vorrà, il cammino per raggiungere una specializzazione nel campo dell'elettronica.

Elettrakit/Transistor è un Corso per corrispondenza realizzato secondo i più attuali criteri propedeutici; è interamente corredato da illustrazioni a colori e ciò consente un rapido e sicuro controllo di ogni fase di montaggio fino al completamento del ricevitore.

Anche se Lei è giovanissimo, potrà trovare in questo montaggio un divertimento altamente istruttivo; potrà scoprire così la Sua attitudine alla tecnica elettronica che La avvierà ad una carriera, quella del tecnico elettronico, che oggi è veramente la più ricca di prospettive economiche.

Richieda oggi stesso, senza alcun impegno da parte Sua, più ampie e dettagliate informazioni sul Corso Elettrakit/Transistor.

Scriva alla:



Scuola Radio Elettra

10126 Torino - Via Stellone 5/33

Tel. (011) 674432

novità in elettronica

La Schlumberger ha presentato recentemente il nuovo multimetro digitale automatico mod. 7040: si tratta di uno strumento tipicamente da laboratorio, ma che è adattissimo anche per impieghi esterni. L'apparecchio in oggetto presenta le seguenti caratteristiche: lettura f. s. di quattro nove più overange, risoluzione di 10 μV, precisione dello 0,02%.
Il mod. 7040 è completamente automatico, praticamente indistruttibile sia fisicamente sia elettricamente, e quindi può essere usato anche da parte di personale non specializzato.
La Schlumberger è stata la prima società ad adottare la tecnica della doppia rampa di integrazione; nel mod. 7040 è stata introdotta ora la tecnica della tripla rampa di integrazione, che permette una gamma digitale con una dinamica di 999999 bit. Questo garantisce la possibilità del cambio scala automatico, cioè partendo da una gamma base, lo strumento seleziona automaticamente ed istantaneamente i quattro digits più significativi che appaiono quindi sul display a LED.





La società inglese Rank Precision Industries ha realizzato un nuovo rifrattometro a laser, in grado di rilevare informazioni vitali sulla struttura e sulla crescita di ogni tipo di materia, dalla terra ai tessuti umani. Il dispositivo, denominato Image Analyser 3000, trova applicazione in campi diversi, come le ricerche sul cancro, l'elettronica, l'agricoltura, la metallurgia e l'indagine giudiziaria. Grazie alla capacità di correlare in gruppi le immagini disordinate, il rifrattometro è in grado, ad esempio, di rivelare l'architettura e le relazioni tra le varie cellule del tessuto umano e di mostrare la loro crescita, la loro decadenza o la loro distruzione. Per evidenziare queste "trasformazioni", che permettono agli scienziati di studiare più a fondo la struttura della materia, viene utilizzato un raggio laser da 3,5 mW. L'unità è dotata anche di un apparecchio speciale per fornire un effetto tridimensionale su parti selezionate.

Nel centro di ricerche radar di Plessey, nell'Inghilterra del Sud, è in dotazione un nuovo rivoluzionario radar per il controllo del traffico aereo, il quale fornisce un effetto tridimensionale ed evidenzia le altezze dei velivoli. Denominato "Video a pseudo 3-D", il sistema ha un costo non elevato; è utilizzabile in aeroporti grandi o piccoli ed impiega un indicatore di posizione a piano normale con uno spostamento sull'asse verticale ridotto a livelli accettabili. In tal modo, l'indicazione a forma di cerchio diventa ellittica e fornisce una valutazione della profondità simile a quella rilevabile da un disegno in prospettiva. Grazie al quadro di controllo con cui l'operatore può variare l'angolo di inclinazione dell'antenna da 0° a 90°, è possibile avere visuali da ogni lato. Un'altra forma di controllo permette all'operatore di far ruotare l'immagine in modo da risolvere le situazioni in cui l'eco derivante da un aereo può essere mascherata dall'eco di un altro.

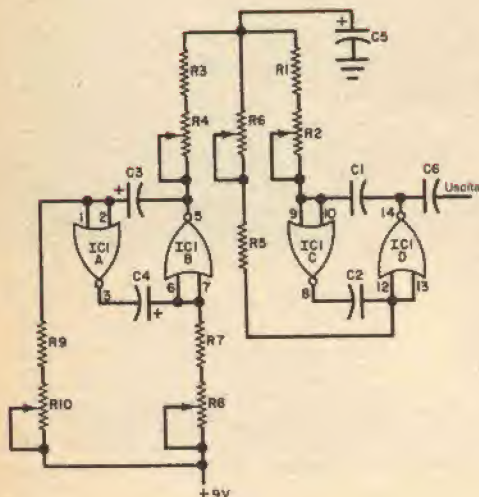


È stato di recente esposto a Londra lo Strumento per la Misurazione della Velocità di Avvicinamento (SAMI), creato dalla Marconi Marine per fornire ai piloti precise informazioni sull'ormeggio delle grosse navi cisterna. L'apparecchio SAMI comprende due trasmittenti/riceventi montate alle due estremità del molo, ed un quadro di comando (visibile nella foto) situato vicino al centro del molo, i quali sono in grado di fornire alla nave tutti i parametri di distanza e di velocità, consentendo un ormeggio facile e rapido.



UNA SIRENA ELETTRONICA

Dispositivo che può servire per divertimento o per sistemi antifurto



Nel circuito della sirena viene usato un solo circuito integrato, costituito da una porta quadrupla a due entrate. Le porte, in coppie, formano aue oscillatori distinti; i potenziometri consentono la programmazione di una vasta gamma di effetti.

MATERIALE OCCORRENTE

C1, C2, C6 = condensatori da 0,1 µF

C3, C5 = condensatori elettrolitici da 50 µF - 10 VI

*IC1 = circuito integrato Motorola MC717P **

R1, R3, R5, R7, R9 = resistori da 680 Ω - 0,5 W

R2, R4, R6, R8, R10 = potenziometri da 1 MΩ

Batteria od alimentatore da 9 V, circuito stampato o basetta perforata, zoccolo per il circuito integrato e minuterie varie

** I componenti Motorola sono distribuiti in Italia dalla Celdis Italiana S.p.A., via Mombarcaro 96 - 10136 Torino, oppure via Barzini 20 - 20125 Milano.*

Molti sperimentatori, o per realizzare efeffetti sonori o per inserirlo in sistemi antifurto, hanno tentato di ottenere l'equivalente elettronico della sirena della polizia. Molti sono stati finora i progetti pubblicati, ma pochissimi si possono paragonare, per l'estensione delle regolazioni, a quello riportato nello schema.

La parte principale è costituita da un circuito integrato tipo MC717, una porta quadrupla a due entrate. Le quattro porte vengono usate in coppie per formare due oscillatori, i quali variano l'uno la frequenza dell'altro.

Montare la sirena elettronica è molto facile. A tale scopo, si può usare un circuito stampato od una basetta perforata. Se si sceglie quest'ultima tecnica, si usi uno zoccolo per IC1 e non si tenti di saldare i fili di collegamento direttamente ai terminali del circuito integrato. Inoltre, durante il montaggio si faccia attenzione ad orientare correttamente IC1 e si rispetti la polarità di C5.

Dopo aver montato il circuito, si colleghi la sua uscita all'entrata di un amplificatore audio. Si accenda l'apparato e si regolino i potenziometri in modo da rendersi conto dell'effetto che hanno sul suono prodotto. Portando tutti i potenziometri circa a metà corsa, si dovrebbe ottenere un suono molto simile a quello di una sirena di allarme antiaereo. Facendo qualche altro tentativo con i potenziometri, si arriverà presto ad ottenere un suono simile a quello di una sirena della polizia. Regolando opportunamente i potenziometri, si vedrà inoltre che questo circuito può fare molto di più che fornire i suoni di una sirena.

★

L'ELETTRONICA NELL'AUTOMOBILE

Le tre maggiori case automobilistiche americane hanno previsto, per il 1980, una spesa annuale di 5 miliardi di dollari per l'elettronica applicata all'automobile, mentre i costruttori europei ritengono che per il 1982 circa il 12% del prezzo delle autovetture sarà da imputarsi alla parte elettronica.
Perché gli industriali dell'auto stanno scoprendo solo ora l'elettronica? Le ragioni sono molto profonde. In passato, la progettazione di un'automobile era esclusivamente riservata agli ingegneri meccanici, molto riluttanti a concedere ad estranei di interferire nei loro progetti. Presto, invece, essi dovranno fare ricorso all'elettronica per soddisfare l'esigenza impellente di ridurre, quanto più possibile, le fonti di inquinamento.
Solo la compattezza dei dispositivi a semiconduttore può permettere di trovare, in un'auto già sovraccarica di congegni, lo spazio necessario per nuovi accessori di sicurezza o per il comfort. La guida veloce in mezzo al traffico congestionato della città richiede prestazioni e tempi di reazione che vanno oltre le possibilità del guidatore medio, la cui capacità di percezione e di intervento si può rafforzare solo con dispositivi elettronici.
L'esplorazione dello spazio ha dimostrato la precisione, la compattezza e l'affidabilità degli strumenti elettronici, anche se sottoposti a condizioni severe, per cui molti pregiudizi sull'applicazione di strumenti del genere sulle autovetture sono crollati. Inoltre, gli ingegneri automobilistici, abituati da sempre a pensare in termini di meccanica, si lasciano ora influenzare dalle idee degli ingegneri elettronici dell'era spaziale; e questa influenza promette una rivoluzione importante nel settore dell'automobile.

Applicazioni nuove per il futuro - L'accensione elettronica è una delle applicazioni future più interessanti; i tecnici della Crysler ritengono che il 15% delle auto abbia almeno una o più candele che non si accendono bene e causino perciò un'emissione di idrocarburi dal 300% al 1.000% superiore al normale.
Il sistema d'accensione elettronica, installato ormai su tutte le vetture della casa sopra menzionata, è stato studiato appositamente per ovviare a questo inconveniente. Un riluttore munito di denti ed una bobina captatrice del campo magnetico sostituiscono le puntine tradizionali, la camma ed il condensatore all'interno dello spinterogeno. Ogni volta che un dente del riluttore passa davanti alla bobina captatrice, in questa viene indotto un impulso che provoca, mediante un transistore - commutatore, l'interruzione della corrente nel primario della bobina, proprio come avviene quando le puntine vengono spinte ed aperte dalla camma. Il resto del processo di accensione è normale, ma bisogna notare che non vi sono puntine o camme che si perforano o si consumano, diminuendo l'intensità della scintilla od alterando la fase dell'accensione; il tempo di accensione, messo a punto in fabbrica, resta inalterato.
Un altro problema che l'elettronica può affrontare è quello dei furti d'auto. Circa un milione d'auto è stato rubato in America nel 1971, il doppio di quante ne sono state rubate nel 1965. A partire da que-

st'anno, la Crysler offre un nuovo dispositivo di sicurezza incorporato direttamente nell'impianto elettrico delle auto; un qualsiasi tentativo di aprire l'abitacolo, il bagagliaio, il vano motore, o di mettere in moto l'auto, fa suonare il clacson e fa lampeggiare fari e luci di posizione. Lo stesso dispositivo funziona da allarme in caso di pericolo per gli occupanti, provvedendo ad un bloccaggio protettivo istantaneo delle porte. Premendo un pulsante d'emergenza, situato sul cruscotto, tutte le porte istantaneamente si bloccano e l'allarme visivo e sonoro entra in azione per la durata di tre minuti, passati i quali cessa mantenendo però bloccate le porte. Questo aspetto è considerato fondamentale, perché con il continuo miglioramento apportato ai sistemi antifurto, i ladri frustrati possono pensare che la via migliore da seguire per rubare un'auto sia quella di prendere la chiave al guidatore; di conseguenza, le probabilità di aggressioni aumentano. Naturalmente, il dettagliato funzionamento del dispositivo non è pubblicizzato, ma il fulcro di tutto il sistema è una scatola di controllo ben nascosta, contenente circuiti integrati, transistori, resistenze, relé e condensatore. Questa scatola riceve messaggi da ciascun apparecchio sensore, interpreta il messaggio, decide quale tattica è maggiormente appropriata ed inizia l'azione vera e propria.

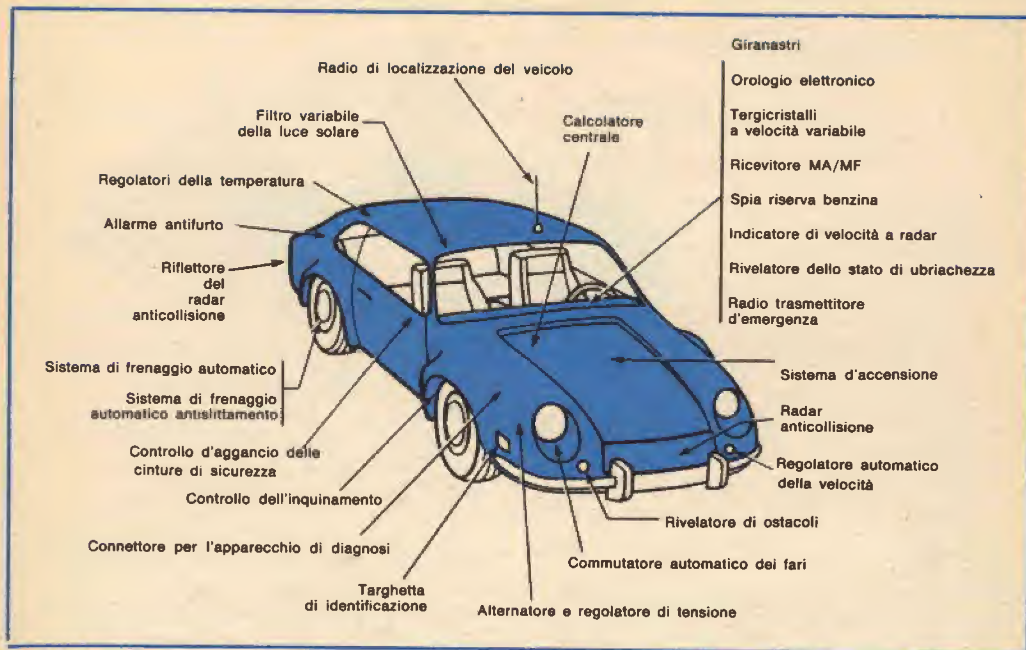
Ma la protezione contro gli incidenti stradali è uno degli aiuti più importanti da chiedere all'elettronica. Per tentare di evitare le collisioni, si stanno già costruendo freni antislittamento, indicatori di direzione, limitatori di velocità, tergicristalli intermittenti e commutatori per i fari. Se si potessero produrre radar a basso costo, essi troverebbero innumerevoli impieghi anticollisione sulle auto.

La Ford sta provando un sistema molto versatile per il controllo della velocità, progettato dalla Bendix, il quale fa uso di un radar Doppler ad onda continua e di un calcolatore, che determina la distanza tra una macchina e quella che la precede, nonché la sua rapidità di variazione. Questo sistema, collegato con l'acceleratore ed il freno, fa rallentare automaticamente la macchina che segue, quando si avvicina troppo a quella davanti; se si produce una netta decelerazione in quest'ultima, automaticamente il freno dell'auto che segue entra in funzione. Per evitare che l'azione del dispositivo influenzi il traffico di un corsia vicina, l'apertura del raggio radar è stata limitata a circa quattro gradi, che corrispondono alla larghezza di una corsia vista ad una distanza dai 60 m agli 80 m. In alcuni sistemi, ripetitori situati sulla parte posteriore dell'auto provvedono ad inviare indietro il segnale.

Radar economici verranno usati nella parte posteriore e sulle fiancate dell'auto per avvertire il guidatore dell'avvicinarsi di altre vetture che stanno per superarlo o, in caso di retromarcia, della presenza di oggetti che stanno dietro. In questo caso verrà usato un raggio con apertura maggiore, fino a 180 gradi. Durante le prove sperimentali con questo sistema, la Bendix ha individuato una lattina da caffè da mezzo chilogrammo, posta alla distanza di 5 m.

Fra gli altri dispositivi anticollisione elettronici previsti per il futuro si annoverano un amplificatore visivo, che migliora la visuale in caso di nebbia e pioggia, un indicatore di decelerazione che avvisa la macchina che segue di quanto si sta decelerando, un sensore delle condizioni della strada che segnala la formazione di ghiaccio sull'asfalto ed un allarme acustico che avvisa se si sta uscendo dalla propria corsia di marcia. Quattro nuovi dispositivi a semiconduttore, l'oscillatore GUNN, il diodo LSA, il diodo IMPATT, e quello TRAPATT promettono al mercato radar economici.

Auto controllate dal calcolatore - Parecchi dei dispositivi elettronici di cui abbiamo parlato necessitano di una propria unità di controllo e di elaborazione dei dati. Trevor Jones, capo del *Electronic Control System Group* della General Motors, considera inutili tante unità di controllo separate e pensa di riuscire in qualche modo ad evitare questo spreco. Un mezzo potrebbe essere la serie di auto sperimentali Alpha controllate da un calcola-



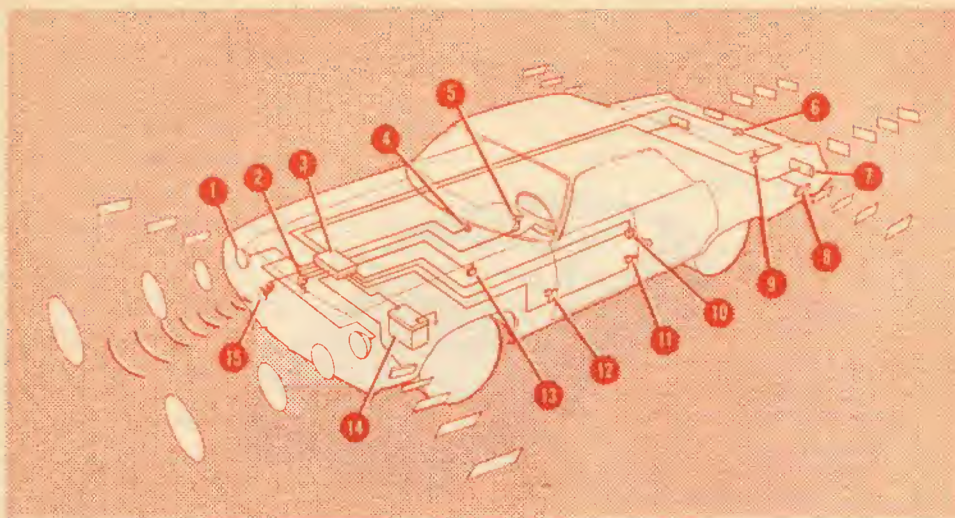
Schema dell'automobile del futuro, secondo la RCA, con la localizzazione dei vari strumenti elettronici.

tore. Un calcolatore per auto come quello dell'Alpha 1 dovrebbe, secondo Jones, essere in grado di espletare le funzioni tipiche di un generico sistema di controllo: addizionare, sottrarre, memorizzare, prendere decisioni logiche binarie ed agire da interruttore. L'utilizzazione di questo calcolatore in successione temporale da parte dei vari servizi può giustificarne il costo e ridurre la spesa che comporterebbe l'aggiunta di nuovi servizi.

Per esempio, nell'Alpha 1 il calcolatore controlla una chiave di accensione elettronica, l'avvenuto aggancio delle cinture di sicurezza, un controllo dello stato di ubriachezza detto *Phytester,* l'indicatore numerico del livello della benzina, il tachimetro numerico, l'orologio numerico, i tergicristalli automatici, l'interruttore dei fari, il riscaldamento e l'aria condizionata, gli indicatori di direzione, il sistema frenante antislittamento, il misuratore del consumo di carburante, il cambio di velocità, l'accensione e l'iniezione elettroniche, la chiusura delle porte oltre gli otto chilometri all'ora ed il cuscino d'aria gonfiabile. Inoltre, molti sistemi vengono costantemente controllati, cosicché il guidatore viene avvisato di qualsiasi inefficienza e gli vengono suggeriti i modi per porvi rimedio.

La velocità della logica binaria rende le operazioni di controllo praticamente simultanee. Per esempio, la quantità di carburante immessa e la fase d'accensione vengono calcolate ad ogni ciclo, pur restando ancora intervalli liberi per i calcoli richiesti dalle altre funzioni. Si può dare priorità a qualsiasi funzione, cosicché, in caso di emergenza, il calcolatore scorre da cima a fondo la lista, tralasciando le funzioni meno importanti e mettendo in testa quelle essenziali. Il gonfiaggio del cuscino d'aria, per esempio, scavalca qualsiasi altra funzione.

Comunque, la proliferazione dei componenti elettronici non deve portare ad un aumento dei fili elettrici, già fin troppo numerosi ed aggrovigliati sulle auto moderne. Un rimedio a questo problema vie-



I numeri indicano la localizzazione dei componenti del sistema di sicurezza della Crysler.

ne già provato sull'Alpha 2. Si tratta del sistema a cavo unico, contenente da tre a sei conduttori, necessari per collegare tra loro tutti i controlli ed i comandi dell'autovettura. Le informazioni ed i segnali di comando vengono trasmessi simultaneamente su questo cavo sotto forma di serie di impulsi codificati (PCM). All'entrata di ogni ricevitore arrivano tutti i segnali di comando, ma solo quelli codificati per quel particolare ricevitore vengono accettati e mettono in azione l'organo ad esso collegato.

Prima che il calcolatore centrale possa efficientemente comunicare con tutte le stazioni di codifica e decodifica dell'auto, si devono superare due grossi ostacoli: creare trasduttori numerici con alta affidabilità e dispositivi adatti a compiere il lavoro vero e proprio, in base agli ordini del sistema di controllo elettronico. Oggi si dispone di buoni trasduttori analogici, ma se un singolo calcolatore dovrà ricevere e restituire informazioni provenienti da diversi trasduttori, queste informazioni dovranno essere in forma numerica; ottenere, perciò, convertitori analogico-numerici sarebbe già un passo avanti. Attualmente esistono ben pochi trasduttori numerici con buone prestazioni e basso prezzo. Un calcolatore può ricevere ed elaborare dati, ma non può fare un lavoro fisico, il quale è normalmente svolto da dispositivi elettrici, idraulici od a depressione. Sembra che l'uso della forza idraulica, generata dalla pompa del servosterzo e dosata da un elemento comandato elettronicamente, sia la migliore soluzione.

Le macchine del futuro necessiteranno comunque di lavori di assistenza e la parte diagnostica sarà espletata dall'elettronica. Come già detto, nell'Alpha 1 è il calcolatore di bordo che va alla ricerca dei guasti più comuni, ma la Volkswagen ha già in funzione un sistema più elabo-

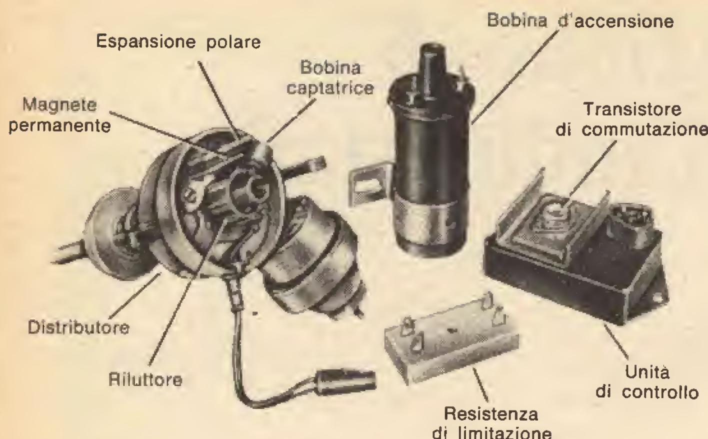


Illustrazione dei componenti usati nel sistema di accensione elettronica proposto dalla Crysler.

rato. Sulle macchine uscite dal 1972 in poi, diversi sensori, posti in vari punti dell'auto, sono tutti collegati ad una presa posta nel vano motore; un calcolatore che si trova in ogni stazione di servizio Volkswagen può venire collegato alla presa e controllare rapidamente sessanta punti vitali dell'auto, quali la convergenza delle ruote anteriori, la compressione di ciascun cilindro, l'angolo di pausa, il funzionamento dell'accensione, la tensione di uscita del generatore, il livello dell'acqua nella batteria e persino le condizioni del riscaldatore del lunotto posteriore. Contemporaneamente, il calcolatore stampa in un linguaggio semplice informazioni sulle parti efficienti e su quelle inefficienti sotto controllo.

Una meta ancora lontana è invece la progettazione di un'autovettura completamente automatica, che possa viaggiare anche a forti velocità mentre il guidatore gioca a carte con gli amici, date le elevate spese che un simile progetto comporterebbe. Con l'evolversi dell'elettronica, però, questa potrà essere una delle strabilianti novità del futuro.



L'auto sperimentale Alpha-1 della General Motors ha un cruscotto con strumenti numerici; sulla destra si trova la tastiera per rivelare l'eventuale stato di ubriachezza del conducente.



Illuminazione di ambienti industriali

In passato, l'illuminazione di ambienti industriali veniva realizzata sottoforma di pura e semplice illuminazione locale, mediante lampade ad olio ed a gas sistemate sopra il posto di lavoro; più tardi, vennero introdotte lampade ad incandescenza, montate sulle macchine. Ovviamente, l'espansione industriale non si è fermata, ma, anzi, ha richiesto maggiore efficienza ai sistemi di illuminazione, in quanto una migliore illuminazione consente di vedere meglio e di lavorare più velocemente e con maggior sicurezza.
Da parte delle industrie in genere, nonché da parte di altri settori, è aumentata quindi, in misura costante, la domanda di impianti di illuminazione efficienti ed adatti alle circostanze, dal punto di vista sia tecnico sia economico. Si dovettero perciò studiare nuove fonti e nuovi sistemi di illuminazione.
Già in origine questi problemi richiamarono l'attenzione dei laboratori di illuminazione Philips, nei quali tuttora vengono condotte ricerche per migliorare sempre di più apparecchiature e sistemi. La ricerca è rivolta anche al settore industriale, in cui si hanno ambienti di straordinaria altezza, che impongono particolari problemi.

Circostanze speciali - Quando si progetta un sistema di illuminazione per ambienti industriali, oppure quando si studiano i problemi ad esso relativi, si è immediatamente colpiti dalla notevole diversità delle forme e delle dimensioni dei fabbricati e degli interni delle officine.
Il sistema di illuminazione richiesto non viene però stabilito solamente dalla forma e dalle dimensioni dello stabilimento, ma anche, e principalmente, dalla natura dell'attività industriale che in esso si svolge.
Interni con soffitti estremamente alti si trovano specialmente nell'industria pesante. Anche i cantieri navali e l'industria aeronautica richiedono interni di questo genere, per effettuare lavori di costruzione, di saldatura e di manutenzione degli aerei.
Per l'illuminotecnico, un interno che supera 7,5 metri di altezza è considerato alto. Le dimensioni dell'ambiente e la natura del lavoro che in esso si svolge richiedono che il sistema di illuminazione venga progettato seguendo una particolare impostazione. Nell'industria pesante, per esempio, dove locali alti 20 metri non sono un'eccezione, temperatura, vapore ed altezza sono fattori che determinano il progetto dell'impianto di illuminazione.

Illuminazione - In genere, l'impianto di illuminazione di un'officina deve garantire un determinato margine di sicurezza per gli operai.
Tuttavia, è anche necessario che l'impianto di illuminazione sia curato da un punto di vista economico e qualitativo, con riferimento all'applicazione specifica. Fra le altre cose, ciò implica illuminazione generale particolarmente buona e, quando è necessario, livelli di illuminazione localizzata superiori alla media, al fine di avere una migliore definizione delle immagini per quei compiti che lo richiedono. A seconda della natura del lavoro svolto, l'illuminazione di queste zone può variare da 250 lux a 1.000 lux. Il lavoro di precisione può richiedere anche un'illuminazione di 2.000 lux. Questo valore potrebbe sembrare elevato, ma si tenga presente che in una giornata estiva, senza nubi, all'aperto, nell'ora di mezzogiorno, l'illuminazione è di 100.000 lux: lamentele circa l'illuminazione eccessiva, infatti, è raro sentirne!



Il punto di illuminazione, in questo hangar di aeroporto, è situato all'altezza di 27,5 metri. Vengono usate 600 lampade al sodio ad alta pressione SON 400 W e l'illuminazione media è di 500 lux.

Illuminotecnica e fattori di produzione - Se si deve realizzare un impianto di illuminazione pratico ed economico, occorre tenere presente i seguenti punti:

1) gli interni molti alti sono tipici dell'industria pesante. Spesso una parte sostanziale dell'illuminazione viene assorbita da vapore, polveri, fumo, dalle macchine e dagli stessi utensili di lavoro;

2) dove si hanno lavorazioni pesanti, le pareti, le colonne, i soffitti ed i pavimenti sono generalmente sudici;

3) la relativa ristrettezza di tali ambienti, posta in relazione all'altezza ed alla lunghezza, influisce negativamente sul rendimento dell'impianto di illuminazione;

4) per illuminare in modo soddisfacente la superficie di lavoro, il flusso luminoso deve essere diretto prevalentemente verso il basso;

5) nella maggior parte di questi capannoni si trovano gru mobili per il trasporto delle materie prime, dei componenti e delle parti finite. Siccome gli oggetti da trasportare hanno quasi sempre dimensioni ragguardevoli, si richiede che fra la sommità delle macchine e le gru vi sia una distanza considerevole. L'impianto di illuminazione, perciò, deve essere montato oltre questo limite, in genere immediatamente al disotto delle travature del soffitto. L'impianto di illuminazione è spesso accessibile, per la manutenzione, dalla sommità di queste gru;

6) a causa dei processi produttivi, nelle zone più alte si ha spesso una temperatura elevata; inoltre, lampade e riflettori vengono considerevolmente insudiciati da polveri e vapori.

I materiali da impiegare per l'illuminazione - Considerati i punti precedenti, si giunge ad una sola conclusione: per illuminare capannoni molto grandi si devono impiegare fonti aventi dimensioni ridotte il più possibile.

Le fonti di illuminazione più adatte sono le lampade al mercurio ad alta pressione, le lampade a vapore di mercurio con ioduri metallici (HPI e HPI/T) e le lampade al sodio ad alta pressione (SON e SON/T). A seconda delle dimensioni dell'ambiente, si possono usare lampade di diversa potenza.

Uniformità dell'illuminazione - Negli interni prima descritti, il piano di lavoro non si trova a 0,85 m di altezza dal pavimento, come negli ambienti industriali tradizionali. A seconda del processo pro-

duttivo, i piani di lavoro, anche quando sono contigui, possono essere situati ad altezze diverse. Pure in questi ambienti è desiderabile, come sempre, una buona uniformità dell'illuminazione. L'uniformità prescritta negli ambienti alti è espressa dalla formula $E_{min}/E_{max} = 0,6$. La base considerata è un piano orizzontale, situato approssimativamente a metà altezza fra il pavimento e le lampade.

Illuminazione locale - Le macchine molto alte o le parti di costruzioni devono essere illuminate dai lati e ciò richiede un'illuminazione locale, che generalmente può essere ottenuta montando un proiettore con fascio ampio sulle colonne vicine. In questi casi, spesso è sufficiente una lampada da 250 W o 400 W.
L'illuminazione di alcuni torni o di altre unità richiede un'attenzione speciale perché per certi compiti di lunga durata, che costituiscono un impegno visivo gravoso, talvolta l'illuminazione generale non è sufficiente. In tal caso, è indispensabile un'ulteriore fonte di illuminazione mobile, oppure un'illuminazione localizzata, posta sopra la macchina. Si possono ottenere risultati soddisfacenti mediante lampade "TL" da 40 W o 65 W, montate su apparecchi con parabola riflettente.

Riduzione dell'abbagliamento - In quale misura si possono impiegare fasci concentrati o proiettori a fascio più ampio viene stabilito rigidamente dalla forma dell'ambiente e dalla natura del lavoro che in esso si svolge. Il problema dell'abbagliamento deve essere considerato con attenzione. Molti inconvenienti possono essere evitati consultando anticipatamente un installatore competente. Se si considera la possibilità di ridurre l'abbagliamento, occorre tenere presenti i seguenti punti:
a) si devono impiegare riflettori profondi con buon schermaggio laterale;
b) quanto più elevata è l'altezza alla quale le unità di illuminazione sono montate, tanto minore è la probabilità che queste siano entro il normale campo visivo dell'operaio;
c) le superfici dell'ambiente, in particolare il soffitto e le pareti, dovrebbero avere colori chiari e, per quanto possibile, essere tinteggiate di fresco;
d) le macchine, dove possibile, dovrebbero essere opache.

Manutenzione dell'impianto - Quando l'impianto di illuminazione è in funzione da diverso tempo, si rileva che l'illuminazione è notevolmente diminuita rispetto a quella che si aveva in origine. Vi è infatti una riduzione dovuta a tre fattori: sudiciume su lampade e proiettori; invecchiamento delle lampade; diminuzione della riflessione da soffitto e pareti.
Mentre l'illuminazione diminuisce, la potenza consumata dalle lampade — e quindi il costo dell'energia consumata — rimane praticamente invariata. Nel caso di impianto di illuminazione nuovo, il rapporto fra illuminazione e costo dell'energia è molto favorevole.
Ogni singola lampada ha una sua propria durata economica ed operativa. Negli impianti precedentemente considerati, le lampade, perciò, non raggiungono mai contemporaneamente la fine della loro vita operativa. In queste circostanze, invece di mantenere l'impianto al massimo dell'efficienza mediante personale di manutenzione che si occupa di una sola lampada per volta — il che probabilmente interrompe il processo produttivo — è più conveniente procedere contemporaneamente, dopo un certo numero di ore di funzionamento, alla pulizia dei proiettori ed alla sostituzione delle lampade. In questo caso, l'impianto viene mantenuto in buone condizioni, senza sprechi di energia o zone non illuminate.
Nel progettare un impianto di illuminazione si dovrebbe garantire l'accessibilità per la manutenzione delle lampade e degli apparecchi. Talvolta sono necessarie passerelle di servizio, mentre in altre installazioni la manutenzione può essere effettuata da gru mobili, che si spostano avanti ed indietro al disotto delle travi del soffitto. Poiché l'accesso agli impianti di illuminazione di interni molto alti è generalmente difficoltoso, anche per questo motivo è più conveniente procedere alla sostituzione di tutte le lampade contemporaneamente. ★

COME SCEGLIERE UN

ORGANO ELETTRONICO

Importanti caratteristiche da tenere presenti all'atto della scelta

Il mercato degli organi elettronici offre attualmente un numero considerevole di apparecchiature. Alcuni elaborati organi moderni rivaleggiano con i computer nella ricercatezza del progetto e nella loro complessità, con il suono sintetizzato ed accresciuto per mezzo di effetti speciali per ottenere risultati pari a quelli raggiunti dai grandi organi a canne.
Fra le diverse marche disponibili, la scelta viene fatta in base alle preferenze dell'acquirente, tenendo conto delle caratteristiche elettriche e meccaniche dei vari apparecchi. In questo articolo descriveremo i modelli principali di organi elettronici.

Caratteristiche dell'organo - Una considerazione da fare prima di scegliere un organo è se esso verrà usato oppure no come strumento per principianti. Per esempio, i quattro organi elettronici costruiti dalla ditta Optigan (California) soddisfano alle esigenze delle "due dita", sia di allievi adulti sia di bambini. Mentre un dito della mano destra sta suonando sulla tastiera, un dito della mano sinistra può essere usato per abbassare i pulsanti degli accordi posti sulla sinistra della tastiera.
L'accompagnamento tipo dell'accordo è fornito da dischi ritmici preregistrati. Questi dischi ritmici trasparenti, all'incirca della grandezza di un disco fonografico, hanno piste fotoelettriche simili alle colonne sonore di una pellicola cinematografica. Un dato disco viene inserito entro una guida sotto la sezione degli accordi dell'organo, in seguito vengono scelte le varie piste, in accordo con il programma che si sta suonando sulla tastiera principale, premendo uno dei ventuno pulsanti degli accordi. Possono essere inseriti effetti speciali (tamburi, maracas, ecc.) e semplici motivi suonati con un dito possono essere resi gradevoli da melodiosi ritmi di banjo, chitarra classica, bossa nova ed altre selezioni.
Virtualmente, tutte le esigenze artistiche di professionisti e dilettanti esperti sono soddisfatte dai più moderni e popolari organi a più tastiere, come il Wurlitzer Modello 4037, di cui è raffigurata la tastiera nella *fig. 1*. Facile da suonare e magnifico da ascoltarsi, il Modello 4037 è dotato di predisposizioni strumentali e per percussione, timbro sinusoidale, intensità crescente (detta *pitch*) ed altre caratteristiche. L'intensità crescente permette alle note suonate sulla tastiera di iniziare con una bassa intensità e crescere sino all'intensità voluta, con effetti elettronici non paragonabili a quelli dei tradizionali strumenti musicali. Un registratore a cassette inserito permette l'incisione diretta su nastro, di grande utilità per coloro che imparano.
La riverberazione aggiunge profondità dinamica a tutti gli organi. Impiegando tecniche per ritardi di tempo artificiali, gli effetti che si possono raggiungere sono simili agli effetti acustici che si ottengono nelle grandi sale da concerto e nelle chiese. Alcune tecniche di riverberazione sono migliori di altre; nella *fig. 2* sono illustrate tre delle più popolari tecniche utilizzate dai costruttori di organi.
Il ritardo acustico (*fig. 2-a*) è presente

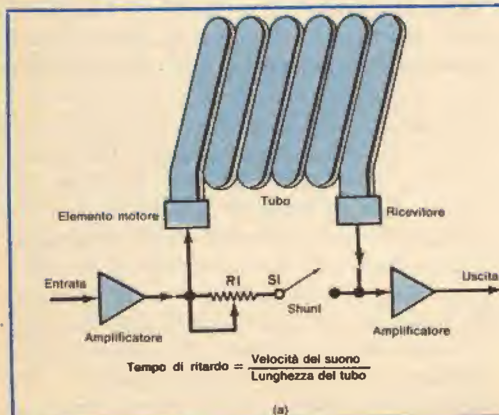


Fig. 1 - *La tastiera di un organo Wurlitzer 4037, progettata per appassionati o per professionisti. La speciale tastiera per modulazione ed attacco è visibile in alto a destra, mentre il registratore a cassette a nastro è inserito a destra in basso.*

in qualche modello più vecchio di organo. L'elemento ritardatore può consistere in un tubetto avvolto a spirale, alle estremità del quale sono fissati un altoparlante pilota miniatura ed un microfono ricevitore. Le onde sonore percorrono il tubo e viaggiano ad una velocità costante di 300 m/sec, cosicché il ritardo è determinato dalla lunghezza del tubo. Un tubo lungo 150 m produrrà quindi un ritardo acustico di 0,5 sec, con un effetto piuttosto gradevole. L'interruttore ed il potenziometro costituiscono lo shunt elettronico tra l'altoparlante pilota ed il ricevitore per attenuare l'effetto di ritardo quando la resistenza viene diminuita.

La riverberazione ottenuta con la tecnica di ritardo elettromeccanico (*fig. 2-b*) impiega una o più molle avvolte a spirale. Funzionale e stabile, il sistema comprende un elemento pilota che introduce le vibrazioni nelle molle ed un ricevitore provvisto di un rivelatore elettromagnetico o piezoelettrico. Questo sistema è un poco selettivo per le frequenze, ma l'effetto totale è il più gradevole.

Gli effetti di ritardo elettromeccanico perfezionati con l'aiuto di un registratore a nastro (*fig. 2-c*) sono molto buoni. Il "Riverbatape" (riverberatore a nastro), sistema prodotto da Schober e raffigurato nella *fig. 3*, impiega un nastro continuo che si muove di fronte a testine separate. La prima testina sulla destra cancella completamente il nastro non appena esso passa sopra la testina stessa; mentre la testina successiva incide i suoni dell'organo sul nastro, le tre testine finali riproducono i suoni sul nastro aggiungendo ciascuna un piccolo ritardo. Costanti sono la velocità del nastro e la distanza fra le testine. Il successo di questo organo (*fig. 4*) è



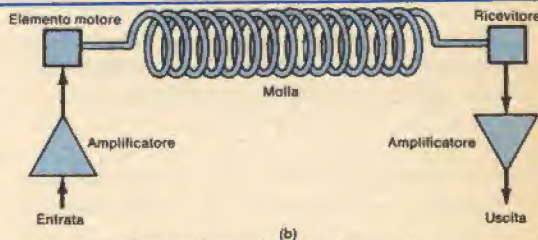


Fig. 2 - *Tipiche unità per ritardo del suono in organi elettronici: nel particolare a) il tubo di ritardo si trova su alcuni modelli importanti; nel particolare b) la tecnica di ritardo a riverberazione impiega molle a spirale; nel particolare c) un nastro continuo costituisce il meccanismo di ritardo, che impiega alcune testine ripetitrici distanziate.*

parzialmente dovuto al suo dispositivo di ritardo di riverberazione.
La maggior parte degli organi più elaborati (come quelli prodotti dalle ditte Thomas, Minshall, Lowery, Baldwin, Allen, Conn, ecc.) sono progettati in modo da prevedere l'aggiunta di unità per effetti speciali, compresi strumenti a canne provvisti di soffietti d'aria. Generalmente si ricerca uno spettro sonoro molto largo, profondo e melodioso. Ciò viene ottenuto abbassando le chiavi di selezione sulla tastiera degli effetti speciali, mentre l'organo principale fornisce la sovrapposizione "colmata".
Una semplice sistemazione adatta per uno studio è illustrata nella *fig. 5*. Progettata per composizioni elettroniche musicali per uso cinematografico e per pellicole, impiega chiavi abbassate con l'aiuto di morsetti e nastri di gomma che sono fissati al telaio inferiore dell'organo. Il modello modificato di generatore di segnali audio Eico Modello 377 fornisce armoniche separate che "cancellano" porzioni dello spettro dell'organo.
Rapide cadenze di suoni sono ottenute per mezzo della unità sincronizzatrice di cadenza, i cui controlli sono posti sulla sinistra. Il microfono ed un semplice miscelatore combinano i suoni del generatore e dell'organo.

Manutenzione degli organi elettronici - Caratteristica precipua dei moderni organi elettronici è la relativa facilità di manutenzione, che deve essere ovviamente

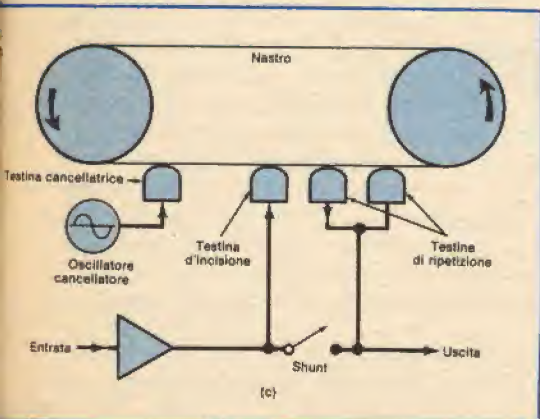




Fig. 3 - Questa unità Riverbatape della ditta Schober impiega un certo numero di testine ripetitrici.

effettuata da tecnici preparati opportunatamente. Gli strumenti fondamentali per la manutenzione sono gli stessi che si possono trovare in un negozio di riparazioni radio-TV od alta fedeltà, oppure sul banco di lavoro di uno sperimentatore elettronico. Tali strumenti sono costituiti da un tubo elettronico o multimisuratore a transistore, un tracciatore di segnali audio, piccoli utensili manuali, ecc.
È necessario inoltre uno strumento specifico, e cioè un accordatore per organo. Tra quelli reperibili in commercio, citiamo lo "Stroboconn" e lo "Strobotuner" di Conn e l'"Autotuner" di Schober (Modello AT-1).
Anche se il proprietario di organo è altamente specializzato in altri campi dell'elettronica, il modo con cui si determinano altezze musicali e frequenze può costituire un rompicapo notevole, se non si fa uso di un accordatore per organo. Nella *fig. 6* è illustrato l'accordatore per organo Modello AT-1 di Schober. Esso è caratterizzato da un disco stroboscopico comandato da un motore, che gira compiendo una rivoluzione precisa ogni secondo. Le note che corrispondono ai dodici toni in un'ottava di un organo sono incise sul pomello dell'accordatore e sulla finestra in plexiglass. Il disco comandato dal motore è stampato con segnali spaziati bianchi e neri; vi sono novantotto segni radiali sulla striscia più esterna, ognuno egualmente distanziato, con una precisione di 5 minuti di arco. Quando l'Autotuner viene usato per accordare un organo, l'uscita di quest'ultimo è portata ad alimentare l'accordatore per mezzo di una spina d'entrata disposta sul pannello frontale.



Fig. 4 - *Questo è l'organo Schober Recital Organ, fornito in scatole di montaggio.*

I segnali dell'organo fanno accendere le lampadine al neon disposte sotto il disco stroboscopico. Così, per esempio, quando gli oscillatori dell'organo sono stati sintonizzati sulle loro frequenze, il secondo Sol al disotto del Do di mezzo è sintonizzato quando i segni sulla striscia esterna appaiono fermi, e così via lungo la linea.
Un altro utile attrezzo per la manutenzione dell'organo è un diagramma che dà le frequenze in hertz per ogni nota della tastiera. Un diagramma simile è raffigurato nella *fig.* 7. Esso può servire sia per gli organi sia per i pianoforti e può essere usato da un accordatore professionista di organi che disponga di un buon contatore digitale di frequenze.
L'accordatura degli organi può anche essere effettuata ad orecchio, usando un generatore a "riferimenti di altezza", un esempio digitale del quale è stato presentato nell'articolo « Campione per l'accordo di strumenti musicali », pubblicato nel numero di aprile 1969 di Radiorama. Questo strumento sintetizzatore di frequenze genera dodici delle note di mezzo della scala musicale, con una precisione migliore di quella che un ottimo orecchio può determinare e con una stabilità non ottenibile dalla migliore serie di diapason. Con questo strumento, l'accordatore ascolta solo i battimenti del fondamentale unisono che anche un orecchio non allenato può facilmente scoprire.

Fig. 5 - *Dispositivo per effetti speciali per un organo elettronico; a destra sono montati il generatore audio e la tastiera, mentre i controlli per il sincronizzatore di cadenza, il miscelatore ed il microfono sono a sinistra.*





Fig. 6 - *Accordatore per organo Schober, dotato di disco stroboscopico.*

Scatole di montaggio - Gli organi elettronici sono strumenti piuttosto costosi; di conseguenza, è sorta la necessità di co-

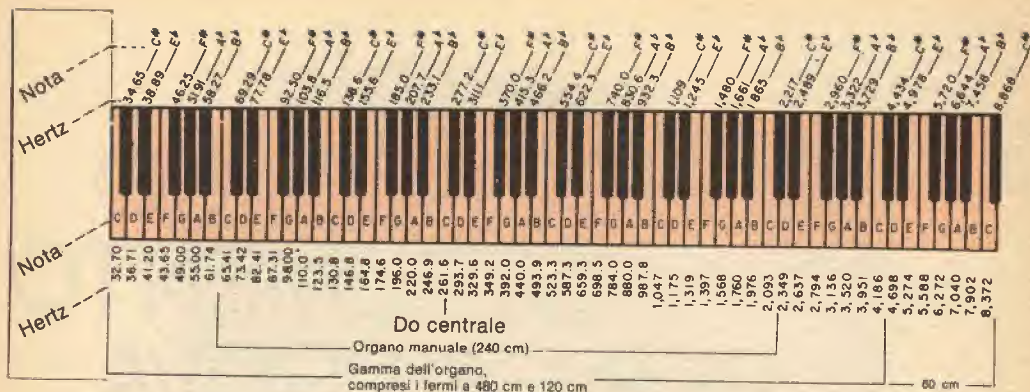


Fig. 7 - *Il diagramma della tastiera di un organo mostra note e frequenze. Esso può essere usato per accordare organi elettronici oppure pianoforti.*

struire un organo elettronico con una scatola di montaggio. Considerate dal punto di vista strettamente finanziario, le scatole di montaggio di organi elettronici offrono all'acquirente un sostanziale risparmio, in confronto con gli strumenti realizzati in fabbrica.

Tuttavia, i benefici vanno oltre il puro risparmio sul costo; infatti, chi esegue il montaggio del proprio organo elettronico con una scatola di montaggio acquisisce una grande quantità di informazioni sugli schemi meccanici ed elettrici, il che è ovviamente di grande aiuto quando si tratta di eseguire la manutenzione dello strumento.

Molta teoria elettronica relativa alla costruzione di un organo può anche essere appresa se si legge e si studia la tecnica del loro funzionamento; i depliant relativi sono generalmente forniti con i manuali allegati alle scatole di montaggio dell'organo.

Migliaia di organi elettronici in scatole di montaggio vengono montati ogni anno, spesso da individui che non hanno mai maneggiato un saldatore. Oggigiorno gli organi in scatole di montaggio sono quasi pronti per il funzionamento, i manuali di istruzione e le illustrazioni sono estremamente facili. Ogni punto del montaggio, per quanto semplice esso sia, richiede attenzione ed è perciò presentato secondo un ordine logico. Inoltre, istruzioni preliminari sui procedimenti di saldatura e sulle tecniche da seguire per i circuiti stampati e per il cablaggio sui telai sono allegate alle scatole di montaggio. Complessivamente, le operazioni di montaggio di un organo richiedono una grande quantità di tempo, che ovviamente è condizionato dal modello scelto e dal ritmo di lavoro adottato. Inoltre, il montaggio di un organo può costituire per un'intera famiglia un piacevole passatempo, a cui si possono dedicare i vari membri riducendo così le ore necessarie per la realizzazione dello strumento.

Due esempi di organi elettronici in scatole di montaggio reperibili sul mercato americano sono il Schober Recital Organ e l'Heathkit "Legato", organo a 25 pedali; esistono anche scatole di montaggio di organi più semplici, naturalmente a prezzi inferiori.

Conclusioni - Gli organi elettronici moderni offrono una tale varietà di tipi ed una gamma così ampia di prezzi da soddisfare praticamente le più svariate esigenze di un musicista dilettante o di un professionista. Non è facile nè possibile fare una selezione tra i vari modelli di organi disponibili, in quanto ciascun tipo ha caratteristiche tali da attirare una certa categoria di probabili acquirenti. Di tutte le caratteristiche rilevabili, tuttavia, un'ampia riverberazione e la capacità di controllo della potenza dell'amplificatore sono probabilmente i punti più importanti di cui si deve tener conto; a questo si aggiunga un buon impianto di altoparlanti per ottenere effetti speciali.

★

ECONOMICO STRUMENTO PER LA PROVA DI AMPLIFICATORI OPERAZIONALI

Prova il guadagno, la stabilità lo sbilanciamento d'entrata e la corrente di polarizzazione.

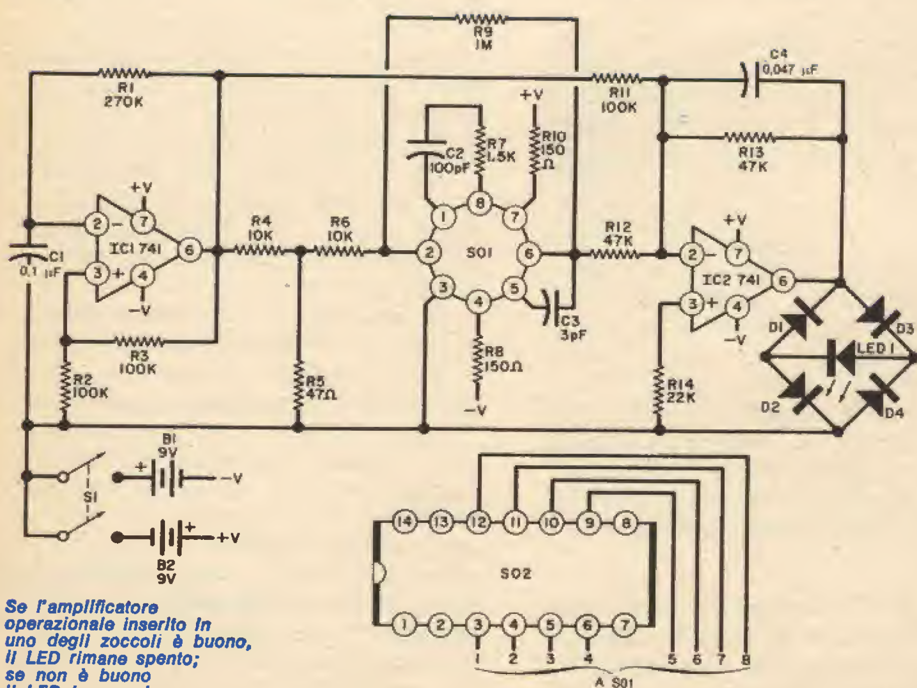
Gli amplificatori operazionali diventano sempre più popolari e quindi sorge la necessità di uno strumento, buono ed economico, che permetta di controllarli. L'apparecchio che descriviamo può essere usato per la prova di tutti i più comuni amplificatori operazionali; controlla automaticamente i parametri più importanti ed ha un diodo emettitore di luce rossa (LED) per indicare le condizioni dell'amplificatore operazionale in prova.
I parametri che vengono controllati dallo

MATERIALE OCCORRENTE

B1, B2 = batterie da 9 V
C1 = condensatore da 0,1 µF
C2 = condensatore da 100 pF
C3 = condensatore da 3 pF
C4 = condensatore da 0,047 µF
D1, D2, D3, D4 = diodi 1N914
IC1, IC2 = amplificatori operazionali a circuito integrato tipo 741
LED1 = diodo emettitore di luce rossa
R1 = resistore da 270 kΩ - 0,25 W, toll. 10%
R2, R3, R11 = resistori da 100 kΩ - 0,25 W, toll. 10%
R4, R6 = resistori da 10 kΩ - 0,25 W, toll. 10%
R5 = resistore da 47 Ω - 0,25 W, toll. 10%
R7 = resistore da 1,5 kΩ - 0,25 W, toll. 10%
R8, R10 = resistori da 150 Ω - 0,25 W, toll. 10%
R9 = resistore da 1 MΩ - 0,25 W, toll. 10%
R12, R13 = resistori da 47 kΩ - 0,25 W, toll. 10%
R14 = resistore da 22 kΩ - 0,25 W, toll. 10%
S1 = interruttore doppio a pulsante e contatto momentaneo
S01 = zoccolo tipo TO-5 per circuiti integrati a 8 piedini
S02 = zoccolo per circuiti integrati a 14 piedini in linea su doppia fila

Scatoletta metallica, 4 piedini di gomma, minuterie di montaggio e varie





Se l'amplificatore operazionale inserito in uno degli zoccoli è buono, il LED rimane spento; se non è buono il LED lampeggia.

strumento sono: guadagno, stabilità, tensione di sbilanciamento d'entrata e corrente di polarizzazione d'entrata. Lo strumento, nel quale sono impiegati due amplificatori operazionali, può provare amplificatori operazionali internamente compensati come il 741 ed amplificatori operazionali non compensati come i 709 e 748. Ha uno zoccolo a otto piedini tipo TO-5 ed uno zoccolo a quattordici piedini su doppia fila.

Come funziona - Il circuito integrato IC1 si usa come generatore di onde quadre e l'amplificatore operazionale in prova viene impiegato come amplificatore invertitore con guadagno di 100. L'uscita di IC1 viene applicata a IC2 ed attraverso il partitore di tensione R4 e R5, all'unità in prova. L'uscita di quest'ultima viene applicata come seconda entrata a IC2, che viene usato come amplificatore di somma. Se l'amplificatore operazionale in prova è buono, la sua uscita cancellerà esattamente l'onda quadra applicata a IC2 attraverso R11. Quando questi due segnali si cancellano, l'uscita da IC2 è zero e LED1 non si accende.
Se l'amplificatore operazionale in prova non è buono, le due uscite di IC2 non si cancellano e LED1 si accende. Tuttavia, prima che LED1 si accenda, l'uscita di IC2 deve superare la soglia determinata dalle cadute di tensione di due dei diodi a ponte (D1 e D4) e dal LED1. Supponendo un guasto, la soglia sarà superata se l'amplificatore operazionale ha un guadagno inferiore a 60, una tensione di sbilanciamento d'entrata superiore a 30 mV ed una corrente di polarizzazione d'entrata superiore a 3 μA. Tutti gli amplificatori operazionali devono avere valori parametrici migliori di questi. Parimenti, il LED si accende se l'amplificatore operazionale è instabile nel circuito di prova o se in esso sono presenti cortocircuiti od interruzioni.

Costruzione - Per il montaggio dello strumento di prova si può seguire qualsiasi tecnica costruttiva. Per il prototipo, i componenti sono stati montati su due basette perforate, fissate nell'interno di una scatoletta metallica di 6 x 11 x 7,5 cm. Volendo, si possono anche usare circuiti stampati.
I due zoccoli di prova (SO1 e SO2) sono stati montati, con i relativi componenti, su una delle basette perforate e queste basette sono state fissate nella parte superiore della scatola, con gli zoccoli sporgenti da fori praticati nella parete superiore della scatola stessa.
La seconda basetta perforata (con IC1, IC2 ed i relativi componenti) è stata fissata sul fondo della scatola insieme alle due batterie. Il LED è stato incollato in modo da sporgere da un foro praticato nella parte frontale della custodia e con S1 fissato a lato. Quattro piedini di gomma sul fondo della scatola evitano che lo strumento possa scivolare durante l'uso.

Uso - Prima di inserire un amplificatore operazionale in uno degli zoccoli, si prema S1. Il LED dovrebbe lampeggiare, indicando che il circuito funziona. Per provare un amplificatore operazionale, lo si inserisca nello zoccolo adatto e si azioni S1. Se l'amplificatore operazionale in prova è buono, il LED non lampeggia.
Si possono provare tutti i più comuni amplificatori operazionali con la stessa configurazione dei piedini del 709. Tra questi vi sono i tipi 101, 301, 740, 741 e 748. Si possono anche provare unità con altre configurazioni dei piedini, come gli amplificatori doppi, montando altri zoccoli e collegandoli in parallelo con quelli già esistenti.
Poiché amplificatori operazionali differenti hanno caratteristiche diverse, l'indicazione di "buono" non garantisce necessariamente che l'amplificatore operazionale in prova aderisca a tutte le sue caratteristiche. Tuttavia, per quasi tutte le applicazioni pratiche lo strumento è in grado di stabilire se un amplificatore può andare o non può andare.
Con l'uso, si noterà che lo strumento è particolarmente utile nella scelta di un amplificatore operazionale e per localizzare rapidamente il guasto in un circuito con amplificatore operazionale non funzionante. ★

panoramica STEREO



La principale differenza tra un audiofilo ed un appassionato di musica in possesso di un impianto ad alta fedeltà risiede forse nel fatto che l'audiofilo, quasi sempre, non è del tutto soddisfatto del suono ottenuto dal suo impianto. Il più delle volte, i componenti che danno le delusioni maggiori sono gli altoparlanti. In alcuni casi ciò accade a causa delle limitazioni intrinseche di questi componenti, mentre altre volte il difetto non è proprio negli altoparlanti, che tuttavia vengono ingiustamente accusati. In questo articolo saranno passate in rassegna alcune delle difficoltà che si incontrano nell'impiego degli altoparlanti.

Disposizione nella stanza - L'errata disposizione nell'ambiente di ascolto è la causa più frequente del cattivo rendimento ai bassi di altoparlanti di pur buona qualità. Anche le prestazioni dei migliori sistemi di altoparlanti dipendono moltissimo da come si propagano i suoni nell'ambiente di ascolto; la posizione occupata all'interno di una stanza può essere determinante: può consentire prestazioni eccellenti o far sembrare un sistema, universalmente riconosciuto ottimo per quanto riguarda i bassi, eccessivamente rimbombante oppure privo di suoni profondi.

I sistemi di altoparlanti possono essere installati praticamente in qualsiasi posizione. Negli impianti stereo a due canali, la soluzione più usata è quella della disposizione negli angoli o contro il muro, benché recentemente la comparsa di sistemi di altoparlanti onnidirezionali abbia reso interessanti anche altre soluzioni. Negli impianti quadrifonici, gli altoparlanti vengono spesso sistemati negli angoli, o comunque in modo da delimitare un'area di ascolto approssimativamente quadrata o rettangolare. L'obiettivo da raggiungere è, in ogni caso, quello di ottenere la massima separazione tra i canali destro e sinistro (ed il bilanciamento avanti-retro, negli impianti quadrifonici).

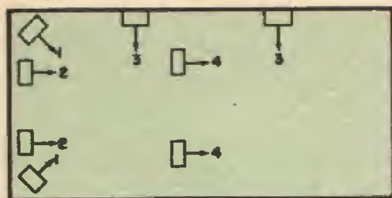


Fig. 1 - *Disposizione degli altoparlanti al livello del pavimento.*

(1) Massima resa ai bassi; onde stazionarie accentuate.

(2) Ottimi bassi; onde stazionarie modeste.

(3) Moderata resa ai bassi; curva di risposta abbastanza uniforme.

(4) Bassi piuttosto ridotti; curva di risposta molto uniforme.

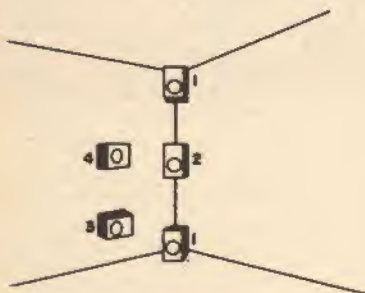


Fig. 2 - *Alcune possibili sistemazioni di un altoparlante su un muro. Il significato dei numeri è lo stesso della* fig. 1.

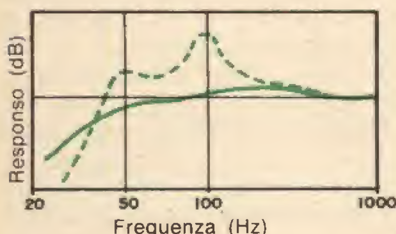


Fig. 3 - *Condizioni di massima efficienza ai bassi (accompagnate però da marcati picchi nella curva di risposta) possono, nell'ascolto, far apparire ridotti i bassi profondi.*

Gli altoparlanti possono inoltre venire sistemati ad un'altezza qualunque fra il pavimento ed il soffitto.

Due sono le regole fondamentali da ricordare nel decidere la disposizione degli altoparlanti per ottenere le migliori prestazioni ai bassi. La prima è la seguente: quanto più gli altoparlanti sono vicini agli angoli della stanza, tanto più intensa sarà la loro irradiazione sui bassi e tanto maggiore sarà la tendenza ad eccitare nell'ambiente risonanze dovute ad onde stazionarie (*fig. 1* e *fig. 2*). In ambienti di piccole dimensioni la presenza di onde stazionarie influenza la gamma dei medio-bassi, gamma che, se ben dosata, conferisce al suono pienezza e sonorità, ma che, se eccessivamente esaltata, rende il suono troppo rimbombante. In ambienti più grandi, le onde stazionarie influenzano quasi solo i bassi profondi, al di sotto di circa 50 Hz. Poiché la generazione di tali onde è legata alle dimensioni della stanza, le onde stazionarie si manifestano su una serie di frequenze definite e provocano una corrispondente serie di picchi nella curva di risposta (*fig. 3*). Perciò, mentre il loro opportuno sfruttamento può servire ad aumentare il rendimento ai bassi, esse possono anche essere la causa di una curva di risposta irregolare.

Il miglioramento nell'irradiazione dei bassi, che si ottiene ponendo gli altoparlanti negli angoli, è abbastanza uniforme su tutta la gamma delle basse frequenze e questa è ovviamente una caratteristica auspicabile; in effetti, il posizionamento ottimo rappresenta un compromesso tra la ricerca della massima efficienza di irradiazione e l'ottenimento di una curva di risposta senza picchi marcati.

La seconda regola è questa: quanto più il segnale di uscita di un altoparlante sui medio-bassi è forte, tanto meno saranno avvertiti i bassi profondi nell'ascolto di brani musicali (questo fenomeno, che è esclusivamente psico-acustico, non è in alcun modo avvertibile se si ascolta una nota prodotta da un oscillatore che spazzoli in frequenza tutta la gamma dei bassi, poiché l'orecchio ha il tempo di adattarsi ai cambiamenti del segnale). Per la

ragione sopra esposta, la sistemazione degli altoparlanti esattamente negli angoli, dove si ottiene la massima irradiazione nell'ambiente dei bassi profondi, può rendere il suono apparentemente meno ricco di questi bassi; l'effetto è dovuto alla presenza di risonanze, provocate dalle onde stazionarie, alle frequenze più elevate della gamma dei bassi. In casi come questo, la soluzione migliore è la ricerca di una posizione di compromesso.
In molti ambienti, la disposizione degli altoparlanti esattamente negli angoli dà luogo a bassi troppo esaltati e con troppe risonanze. Spesso, la migliore posizione è presso la linea di incontro di due superfici (normalmente un muro ed il pavimento, od il soffitto). La sistemazione presso il soffitto è in genere la migliore, poiché la diffusione delle alte frequenze non è ostacolata dagli oggetti di arredamento e le riflessioni multiple provocate dalla superficie liscia del soffitto danno luogo ad un suono più spazioso. Nelle stanze rettangolari, la sistemazione degli altoparlanti contro uno dei muri più lunghi genererà una risposta ai bassi uniforme, ma spesso insufficiente. Si badi però a non bocciare troppo precipitosamente ogni soluzione che sia leggermente carente ai bassi; molti di noi sono abituati ad un'eccessiva quantità di bassi e sono necessari un po' di tempo e di attenzione per apprezzare il miglioramento *qualitativo* (maggior estensione dei toni e migliore dettaglio) che può essere associato ad una diminuzione quantitativa dei bassi. Si ascolti e si valuti per qualche giorno il suono ottenuto, prima di cercare una nuova disposizione degli altoparlanti.

La stanza impossibile - Alcuni locali sembrano del tutto inadatti a far udire le basse frequenze, mentre altri tendono a dare bassi eccessivi, indipendentemente dalla posizione degli altoparlanti. Stanze piccole ed a forma di L sono di solito poco adatte a far udire i bassi; allo stesso modo si comportano le stanze con il soffitto inclinato. Le stanze quadrate tendono ad avere bassi forti ed a generare picchi nella curva di risposta, poiché entrambe le dimensioni tendono a provocare onde stazionarie alle stesse frequenze. Stanze dalla forma cubica di dimensioni ragionevoli (per un'abitazione) sono critiche per la stessa ragione. Anche in locali di questo genere, si riesce però quasi sempre a trovare una disposizione degli altoparlanti che consente risultati buoni, anche se non eccellenti. In caso contrario, vi sono tre alternative. Una è quella di riedificare la stanza tenendo conto delle leggi dell'acustica, ma in genere questa soluzione è da scartare per motivi di ordine pratico; la scelta tra le altre due alternative, che consistono nel sostituire gli altoparlanti o nell'acquistare un buon equalizzatore, dipende dai rispettivi costi.
Per avere un'efficace azione di regolazione dei bassi, un equalizzatore dovrebbe avere comandi separati per le bande dei 20 ÷ 40 Hz e dei 40 ÷ 80 Hz (una regolazione con bande più strette sarebbe ancora migliore, ma potrebbe essere proibitiva come costo: l'equalizzatore Acousta-Voice della Altec, ad esempio, costa intorno alle 600.000 lire). Equalizzatori adatti per un impianto domestico, quali il Soundcraftsmen 20-12 ed il Mark Seven della SAE costano intorno alle 180.000 lire, un prezzo inferiore a quello richiesto per la sostituzione delle casse acustiche, anche rivendendo quelle vecchie. Equalizzatori con la regolazione a bande di una ottava (come il Soundcraftsmen ed il SAE) non possono compensare molto le nette risonanze provocate da onde stazionarie, ma permettono la correzione di irregolarità più distribuite.
Si è detto che alcuni altoparlanti hanno bassi più pesanti ed altri bassi meno marcati; se si prende la decisione di cambiare gli altoparlanti, ci si deve orientare verso tipi che siano tendenzialmente all'opposto rispetto a quelli di cui si è in possesso. Una scelta opportuna permetterà di risolvere il problema, ma è più facile che i risultati migliori si ottengano con l'equalizzazione; invece che realizzare un semplice spostamento della situazione verso condizioni migliori, od eventualmente uno spostamento eccessivo che determina un errore nella direzione opposta, l'uso di un equalizzatore permette di dosare i bassi all'esatto punto voluto.

Tuttavia, se usato male, un equalizzatore può completamente guastare il suono del miglior sistema ad alta fedeltà; la prima regola è dunque quella di fare uso di questi apparecchi con discrezione. Ciò significa che se non si avverte proprio la necessità di esaltare od attenuare (oltre che i bassi) altre parti dello spettro audio, è bene evitare manovre del genere. Si lascino tutti i comandi, ad eccezione di quelli impiegati per correggere gli inconvenienti ai bassi, predisposti per una risposta piatta.

Fasatura - Una causa frequente della debolezza dei bassi è l'errata fasatura degli altoparlanti. La giusta fasatura è un requisito così importante per un buon ascolto stereo che alcuni manuali di istruzioni non ne parlano neppure, dandola come una cosa scontata. Come risultato, qualche audiofilo inesperto si ritrova con il 50% di probabilità di collegare in modo sbagliato i propri altoparlanti.
Quando gli altoparlanti sono collegati con fase errata, mentre il cono di uno si sposta in avanti, quello dell'altro si sposta indietro; cioè, mentre uno sta cercando di produrre nell'ambiente un'onda di pressione, l'altro tende a risucchiarla. Come risultato, i toni bassi, per i quali sono richieste notevoli variazioni di pressione, non riescono a propagarsi nell'ambiente di ascolto. Gli effetti dei coni dei due altoparlanti tendono cioè ad annullarsi a vicenda, invece che a sommarsi.
La verifica dell'esatta fasatura può essere fatta facilmente, sia con un controllo visivo, sia con una prova acustica. Il controllo visivo consiste semplicemente nel verificare che ciascuno dei fili che parte dai morsetti di massa (GND) dell'amplificatore sia collegato al terminale negativo dell'altoparlante. Nel caso in cui per gli altoparlanti siano stati usati cordoni ritorti, questo controllo è in genere permesso dalla presenza di una scanalatura sul lato di uno dei due fili, o dal fatto che uno dei due conduttori è stagnato, mentre l'altro è color rame. Il controllo acustico si effettua invece sistemando gli altoparlanti l'uno di fronte all'altro, a circa 3 cm di distanza, inviando ad essi un segnale musicale ricco di bassi con il sistema predisposto per la riproduzione *mono* (A+B) e quindi staccando uno dei due altoparlanti. Se il volume dei bassi aumenta in seguito al distacco di uno degli altoparlanti, la fasatura è sbagliata e dovranno quindi essere invertite le connessioni di uno qualsiasi dei due altoparlanti (non di entrambi).

Suono stridulo - Un suono stridulo è spesso sintomo di un altoparlante scadente, ma non è sempre facile stabilire con certezza sino a che punto l'inconveniente sia da imputare all'altoparlante e non a qualche altro componente del sistema.
Prima di tutto si ascolti il rumore prodotto dalle irregolarità superficiali di un disco; se questo rumore ha una tonalità variabile, comprendendo secchi "tick" e più sordi "polp", è segno che gli altoparlanti sono esenti da marcati picchi nella risposta alle alte frequenze e che la stridulità ha qualche altra origine. Se tutto il rumore prodotto dalle irregolarità superficiali sembra avere tonalità uniforme, si ponga il sintonizzatore dell'impianto a cavallo tra due stazioni a MF e si ascolti se il soffio presente sembra avere ancora la stessa tonalità del rumore del disco; se è così, probabilmente esiste qualche picco nella risposta degli altoparlanti. Può dare qualche buon risultato l'abbassamento della regolazione dei tweeter o, se ciò non è possibile o non è sufficiente, la loro eliminazione. Se il soffio del sintonizzatore MF è tale da fare escludere la presenza di picchi, allora gli altoparlanti sono buoni e deve essere migliorata la testina fonorivelatrice.
Nell'eventualità che nessuna delle prove precedenti abbia rivelato la presenza di picchi nella risposta, allora esiste la probabilità che l'inconveniente sia provocato da distorsione armonica di ordine dispari, presente forse nell'amplificatore di potenza, ma più facilmente nel preamplificatore.
L'orecchio è estremamente sensibile alla distorsione armonica di ordine dispari (multipli dispari della frequenza fondamentale); essa, anche in quantità che sul-

la carta sembrano minime (0,05% od anche meno), è avvertibile all'orecchio esercitato sottoforma di un leggero indurimento dei suoni.
Se tutti i trasduttori usati nell'impianto sono privi di picchi nella curva di risposta, la causa di un suono stridulo, a livelli inferiori a quelli di saturazione degli altoparlanti, può risiedere solo nella parte elettronica; di conseguenza, per uscire da questa situazione, la prima cosa da fare è quella di provare un nuovo amplificatore od un nuovo preamplificatore, od entrambi.

Scarso effetto stereofonico - Sotto questa voce sono compresi diversi inconvenienti, da quello della mancanza di suono nella zona tra gli altoparlanti, a quello di una incerta impressione stereofonica, fino a quello di un'area di ascolto troppo ridotta o di una regolazione troppo critica del bilanciamento tra i canali. La causa più comune che provoca uno o più di questi inconvenienti è la presenza di una risposta in frequenza irregolare, la cui irregolarità non deve necessariamente essere rappresentata da picchi. Avvallamenti nella curva di risposta possono avere effetti del genere, pur senza essere avvertibili attraverso variazioni nella colorazione del suono. Purtroppo, questi difetti sono in genere localizzati proprio negli altoparlanti; la direzionalità alle alte frequenze, oppure le interferenze tra i segnali di trasduttori spazialmente separati dello stesso sistema di altoparlanti, possono dare uno scarso effetto stereofonico e restringere l'area di ascolto.
L'errata fasatura degli altoparlanti può essere la causa dei sintomi sopra menzionati, per cui, se non lo si è già fatto prima, è bene controllare la fasatura. Si provi inoltre a cambiare l'angolazione degli altoparlanti rispetto all'area di ascolto, girandoli leggermente in dentro od in fuori (simmetricamente), per alterare i possibili percorsi di interferenza. Forse non si riuscirà ad ottenere un perfetto effetto stereo (che del resto già su molte registrazioni non è del tutto presente), ma dovrebbe essere possibile ottenere risultati soddisfacenti con ogni tipo di altoparlanti. Per chi non lo sapesse già, facciamo notare che non si può ottenere un ottimo effetto stereofonico da una coppia di sistemi di altoparlanti non identici.
Per inciso, si ritiene utile ricordare che ad una scarsa diffusione degli acuti si può porre rimedio, con poca spesa, mediante un paio di tweeter onnidirezionali aggiunti esternamente.

Altri problemi - Talvolta, sistemi di altoparlanti in se stessi molto buoni possono manifestare una persistente tendenza all'eccessiva esaltazione od alla perdita dei bassi pesanti, indipendentemente dalla loro posizione nell'ambiente di ascolto. Ammesso di non trovarsi nel caso della stanza impossibile, l'inconveniente può essere dovuto all'incompatibilità tra amplificatore ed altoparlanti. Alcuni altoparlanti sono progettati in modo da prevedere una moderata risonanza alle basse frequenze, così da avere una risposta più estesa verso i bassi. Se altoparlanti di questo genere vengono accoppiati ad amplificatori di potenza molto elevata, e quindi con fattore di smorzamento molto alto, essi risulteranno sovrasmorzati ed emetteranno bassi deboli e privi di colore; viceversa, un amplificatore con potenza troppo limitata e/o smorzamento troppo basso permetterà al sistema di avere una risonanza eccessiva; di conseguenza, le prestazioni ai bassi saranno controllabili con difficoltà. In una situazione simile, l'uso di un equalizzatore può essere di aiuto, ma è meglio evitarlo con un'opportuna scelta dell'amplificatore e dell'altoparlante.

In caso di insuccesso - Se, dopo aver provato i rimedi suggeriti, non si è del tutto soddisfatti della resa sonora dei propri altoparlanti, vi sono ancora alcune possibilità. Si può richiedere l'intervento di uno specialista nell'installazione di impianti di alta fedeltà per uso domestico, oppure si può ricostruire daccapo tutto l'impianto, usando componenti diversi e consigliati da persone competenti, sempreché i propri gusti in fatto di suono non siano troppo esigenti o tanto bizzarri da non poter essere pienamente soddisfatti.



UNA PROFESSIONE NUOVISSIMA PER I GIOVANI CHE HANNO FRETTA DI AFFERMARSI E DI GUADAGNARE. MOLTO.



I PROGRAMMATORI

Davvero non c'è tempo da perdere. Entro i prossimi 5 anni saranno necessari almeno 100.000 tecnici qualificati nella Programmazione ed Elaborazione dei Dati, altrimenti migliaia di calcolatori elettronici, già installati, rischieranno di rimanere bloccati e inutilizzati.
Del resto, già oggi per le Aziende diventa difficile trovare dei giovani preparati in questo campo (basta guardare gli annunci sui giornali).

Per venire incontro alle continue richieste e per offrire ai giovani la possibilità di un impiego immediato, di uno stipendio superiore alla media e di una carriera rapidissima, la SCUOLA RADIO ELETTRA ha istituito un nuovissimo corso per corrispondenza:
PROGRAMMAZIONE ED ELABORAZIONE DEI DATI
In ogni settore dell'attività umana i calcolatori elettronici hanno assunto il ruolo di centri vitali, motori propulsori dell'intero andamento aziendale. Per questo non possono rimanere inattivi. E per questo le Aziende commerciali o industriali, pubbliche o private, si contendono (con stipendi sempre più alti) i giovani che sono in grado di "parlare" ai calcolatori e di sfruttarne in pieno le capacità.
LA SCUOLA RADIO ELETTRA VI FA DIVENTARE PROGRAMMATORI IN POCHI MESI.
Attenzione: a questo corso possono iscriversi tutti; non si richiede una preparazione precedente, ma solo attitudine alla logica.



Seguendo, a casa Vostra, il nostro corso di Programmazione ed Elaborazione dei Dati, imparerete tutti i più moderni "segreti" sul "linguaggio" dei calcolatori. E li imparerete non con difficili e astratte nozioni, ma con lezioni pratiche e continui esempi. La Scuola Radio Elettra dispone infatti di un modernissimo e completo Centro Elettronico dove potrete fare un turno di pratica sulla Programmazione, che vi consentirà un immediato inserimento in una qualsiasi Azienda.
IMPORTANTE: al termine del corso la Scuola Radio Elettra rilascia un attestato da cui risulta la Vostra preparazione.
Nel Vostro interesse, richiedeteci subito maggiori informazioni.
Mandateci il vostro nome, cognome e indirizzo: vi forniremo, gratis e senza alcun impegno, una splendida e dettagliata documentazione a colori.



Scuola Radio Elettra
Via Stellone 5/33
10126 Torino

dolci 693





CONOSCETE I CIRCUITI A CORRENTE CONTINUA?

PARTE 3ª

13 - TOPOLOGIA DI RETE

In reti complesse è talvolta difficile stabilire se usare le equazioni nodali o quelle di maglia, oppure determinare il numero minimo di equazioni indipendenti necessarie. Ricorrendo al ramo della matematica detto topologia, è relativamente semplice trovare risposta a queste domande. Ecco il procedimento:

(1) si pongono tutte le sorgenti di energia indipendenti o dipendenti a zero. Porre una sorgente di tensione a zero significa che essa viene cortocircuitata fuori della rete; porre una sorgente di corrente a zero significa che essa viene staccata od interrotta dalla rete;

(2) tutti gli elementi, come i resistori, vengono sostituiti da tratti lineari, denominati rami; la configurazione che ne consegue viene detta grafico;

(3) si indicano con N il numero dei nodi del grafico e con B il numero dei rami;

(4) il numero necessario di equazioni nodali indipendenti è $N - 1$;

(5) il numero necessario di equazioni di maglia indipendenti è $B - N + 1$.

Esempio 22 - Per la rete della *fig. 24-a* si disegni il grafico e si determini il numero minimo di equazioni indipendenti nodali e di maglia. Soluzione: il grafico è rappresentato nella *fig. 24-b*; equazioni nodali: $N-1=2-1=1$; equazioni di maglia: $B-N+1=4-2+1=3$.

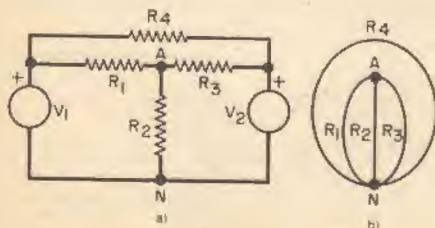


Fig. 24

Esempio 23 - Si ripeta l'esempio 22 per la rete della *fig. 25-a*. Soluzione: il grafico è rappresentato nella *fig. 25-b*; equazioni nodali: $N-1=4-1=3$; equazioni di maglia: $B-N+1=6-4+1=3$.

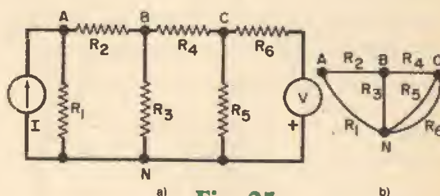


Fig. 25

14 - TEOREMA DI SUPERPOSIZIONE

Il teorema di superposizione stabilisce che il responso di un circuito lineare a più di una sorgente indipendente di energia è uguale alla somma dei responsi ad ogni sorgente con le altre sorgenti poste a zero. Si deve tenere presente che questo teorema vale solo per i circuiti lineari. Se il circuito contiene, oltre a sorgenti indipendenti, anche sorgenti dipendenti, le sorgenti dipendenti non si pongono a zero; si pongono a zero solo le sorgenti indipendenti.

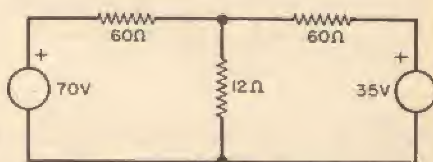


Fig. 26

Esempio 24 - Applicando il teorema di superposizione, si determini la corrente

nel resistore da 12 Ω della *fig. 26*. Soluzione: ponendo a zero la sorgente di 35 V, si ottiene la *fig. 27-a*; corrente I_A = 70/(60+60//12)=1 A. $I_{A(12)}$ dovuta alla sorgente di 70 V =1×60/(60+12)

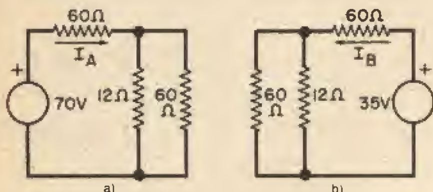


Fig. 27

=0,83 A. Ponendo a zero la sorgente di 70 V, si ottiene la *fig. 27-b*. I_B =35/(60 + 60 // 12) = 0,5 A. La corrente $I_{B(12)}$, dovuta alla sorgente di 35 V, è 0,5×60/72=0,42 A. Quindi, $I_{12}=I_{A(12)}+I_{B(12)}$=0,83+0,42=1,25 A.

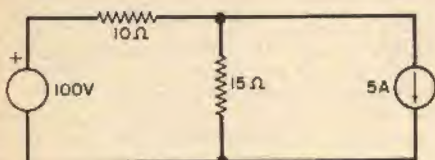


Fig. 28

Esempio 25 - Usando la superposizione, trovare la corrente nel resistore da 10 Ω della *fig. 28*. Soluzione: ponendo a zero la sorgente di 5 A, si ottiene la *fig. 29-a*; corrente $I_{A(10)}$=100/(10+15)=4 A. Ponendo a zero la sorgente di 100 V, si ottiene la *fig. 29-b*. $I_{B(10)}$=−5×15/(10+15)=−3 A. Quindi, I_{10}=4−3 =1 A.

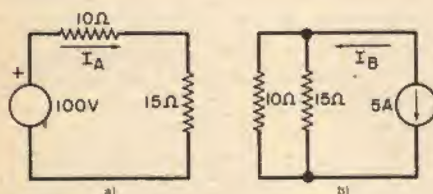


Fig. 29

Esempio 26 - Trovare I_2 nella *fig. 30*. Si noti nel circuito la presenza della sorgente dipendente di corrente $3I_1$. Soluzione: ponendo a zero la sorgente di 5 A, si ottiene la *fig. 31-a*. I_1=10/5=2 A e $3I_1=I_2$=3×2=6 A. Ponendo a zero la

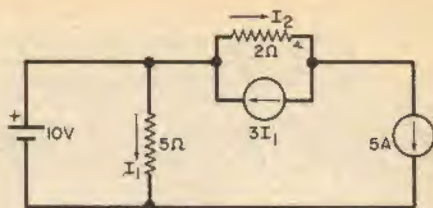


Fig. 30

sorgente di 10 V, si ottiene la *fig. 31-b*. Poiché il resistore da 5 Ω è cortocircuitato, I_1=0 e I_2, dovuta alla sorgente da 5 A, è 5 A. Quindi, I_2=6+5=11 A.

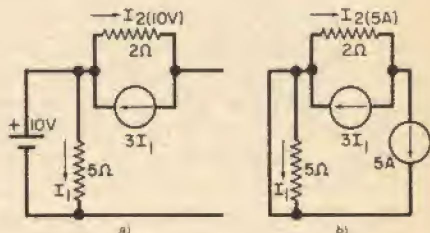


Fig. 31

15 - TEOREMA DI THEVENIN

Una rete lineare a due terminali (*figura 32-a*), contenente sorgenti indipendenti e/o dipendenti, può essere rappresentata mediante il circuito equivalente di Thevenin della *fig. 32-b*, composto da una sorgente di tensione V_{OC} in serie con il resistore R_{TH}, quando si vuol calcolare il comportamento esterno del circuito. La tensione V_{OC} è la tensione Thevenin od a circuito aperto tra i terminali *a* e *b*. La resistenza R_{TH} è la resistenza Thevenin o equivalente tra *a* e *b*. Se la rete contiene solo sorgenti indipendenti, R_{TH} è uguale alla resistenza tra *a* e *b* con tutte le sorgenti indipendenti della rete poste a zero. Per ottenere R_{TH} in una rete che contiene anche sorgenti dipendenti, il procedimento consiste nel cortocircuitare

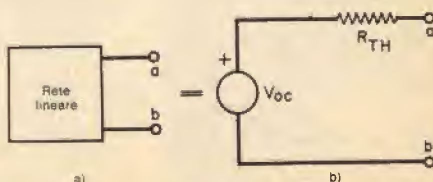


Fig. 32

i terminali *a* e *b* e nel determinare la corrente di cortocircuito I_{SC}, che scorre tra *a* e *b*. Quindi, $R_{TH} = V_{OC}/I_{SC}$. Questo procedimento può anche essere usato con reti contenenti solo sorgenti indipendenti.

Esempio 27 - Determinare l'equivalente Thevenin per la rete della *fig. 33-a*, trovando: (a) R_{TH} direttamente e (b) $R_{TH} = V_{OC}/I_{SC}$. Soluzione: (a) $V_{OC} = 30 \times 10/(10+10) = 15$ V. Ponendo la sorgente di 30 V a zero, $R_{ab} = R_{TH} = 10//10 + 10 = 15\ \Omega$. Il circuito Thevenin equivalente è disegnato nella *fig. 33-b*. (b) Cortocircuitando *a* con *b* nella *fig. 33-a*, la corrente totale erogata dalla sorgente di 30 V è $I_T = 30/(10+10//10) = 2$ A. Quindi, $I_{SC} = 2 \times 10/(10+10) = 1$ A. $R_{TH} = V_{OC}/I_{SC} = 15/1 = 15\ \Omega$, stesso valore trovato con la soluzione (a).

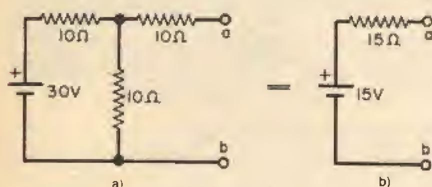


Fig. 33

Esempio 28 - Trovare l'equivalente Thevenin per la rete della *fig. 34-a*. Soluzione: la corrente che scorre nel resistore da 15 Ω è $10 \times 12/(12+3+15) = 4$ A. Quindi, $V_{OC} = 4 \times 15 = 60$ V. Ponendo a zero la sorgente da 10 A, $R_{TH} = (12+3)//15 + 5 = 7{,}5 + 5 = 12{,}5\ \Omega$. Il circuito Thevenin equivalente è rappresentato nella *fig. 34-b*.

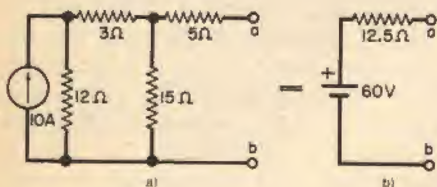


Fig. 34

16 - TEOREMA DI NORTON

Una rete lineare a due terminali (*figura 35-a*), contenente sorgenti indipendenti e/o sorgenti dipendenti, può essere rappresentata con il circuito Norton equiva-

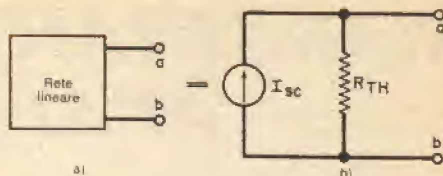


Fig. 35

lente della *fig. 35-b*, composto da una sorgente di corrente, I_{SC}, in parallelo con un resistore, R_{TH}, quando si vuol calcolare il comportamento esterno del circuito. I procedimenti per trovare I_{SC} e R_{TH} sono identici a quelli del circuito Thevenin equivalente.

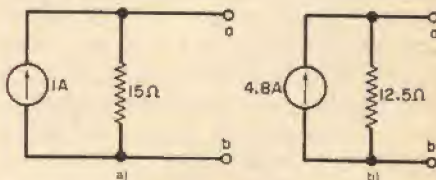


Fig. 36

Esempio 29 - Disegnare i circuiti Norton equivalenti per le reti (a) dell'esempio 27 e (b) dell'esempio 28. Soluzione: (a) con riferimento alla *fig. 33-b*, $I_{SC} = V_{OC}/R_{TH} = 15/15 = 1$ A. L'equivalente Norton è rappresentato nella *fig. 36-a*. (b) Con riferimento alla *fig. 34-b*, $I_{SC} = 60/12{,}5 = 4{,}8$ A. L'equivalente Norton è dato nella *fig. 36-b*.

Esempio 30 - Per il circuito della *fig. 37-a* disegnare l'equivalente Norton trovando

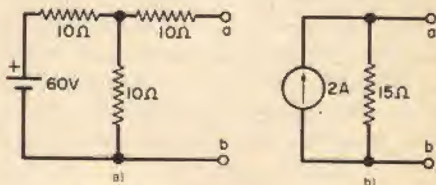


Fig. 37

I_{SC} direttamente. Soluzione: cortocircuitando i terminali *a* e *b*, la corrente totale è $60/(10+10//10) = 4$ A. $I_{SC} = 4 \times 10/(10+10) = 2$ A. Ponendo a zero la sorgente di 60 V, $R_{TH} = 10//10 + 10 = 5 + 10 = 15\ \Omega$. Il circuito equivalente Norton è rappresentato nella *fig. 37-b*. ★

REGISTRATORE A NASTRO AKAI 4000 DS



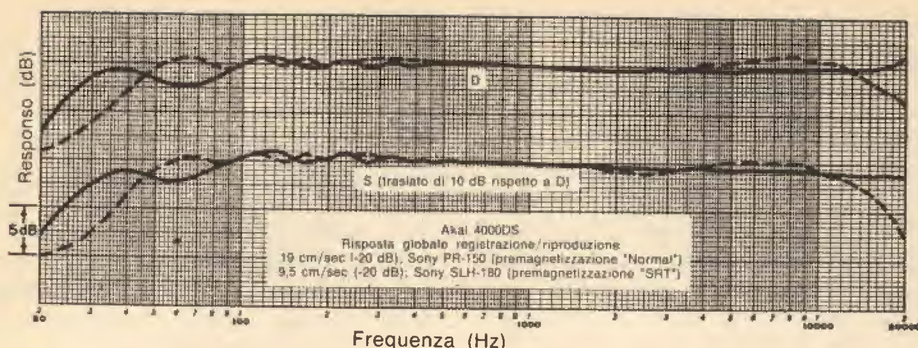
Il modello 4000DS della AKAI è una piastra di registrazione a bobine, munita di preamplificatori, con prestazioni nominali ed effettive superiori alla media dei registratori di pari prezzo. La piastra, a quattro piste, è prevista per il funzionamento monofonico o stereo a due canali; la testina di lettura è separata da quella di registrazione ed è corredata dei preamplificatori. La piastra può portare bobine di diametro sino a 18 cm ed è azionata da un singolo motore; la velocità di registrazione e di lettura può essere di 19 cm/sec o di 9,5 cm/sec.

Il movimento del nastro è comandato meccanicamente per mezzo di due leve; quando entrambe le leve sono in posizione verticale, il meccanismo di trascinamento è disinserito ed il nastro è fermo. La leva di sinistra va ruotata in senso orario per ottenere il normale avanzamento del nastro; se viene poi premuto un bottone separato e contrassegnato con la scritta *REC* (registrazione), questa leva può essere ulteriormente ruotata in senso orario, per passare in registrazione.

La seconda leva serve per l'avanzamento veloce ed il riavvolgimento; essa può essere spostata nell'una e nell'altra posizione solo se la prima leva è in posizione di riposo. Una levetta, contrassegnata con la scritta *PAUSE,* permette di arrestare istantaneamente il nastro; quando viene azionata, essa rimane bloccata ed il movimento del nastro riprende solo se viene premuto il bottone di sgancio, posto vicino ad essa.

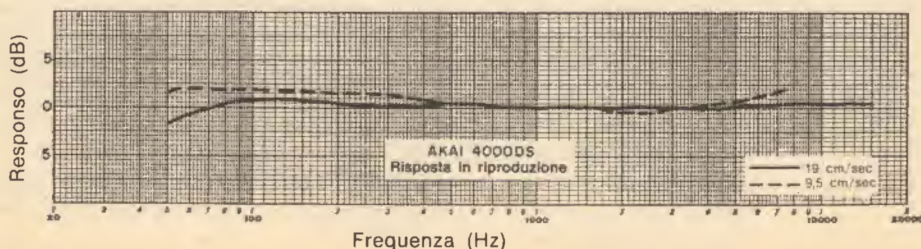
Il percorso del nastro lungo le testine e tra rullo di trascinamento e ruota di pressione in gomma è poco tortuoso e permette un facile caricamento. Una levetta, simile nell'aspetto ad un braccio tendinastro, può essere inclusa nel percorso per ottenere l'arresto automatico allorché il nastro è finito.

La velocità di avanzamento del nastro viene variata da 9,5 cm/sec a 19 cm/sec installando una boccola sul rullo di trascinamento. Quando non è usata, questa boccola viene riposta su uno spinotto, sistemato vicino al coperchio che copre le testine. Sullo stesso coperchio è presente un commutatore che predispone i collegamenti delle testine per la registrazione stereo o monofonica sulle diverse piste. Allineati sulla parte bassa del pannello, vi sono i comandi elettrici, tra cui due coppie (una per ciascun canale) di manopole concentriche per la regolazione dell'ampiezza dei segnali dell'ingresso microfonico e dell'ingresso ad alto livello; questi due segnali di ingresso possono anche essere miscelati. Due voltmetri con scala illuminata indicano i livelli di registrazione e di lettura. Alcuni commutatori a bilanciere permettono di avere: il controllo sul segnale di ingresso oppure su quello registrato, la registrazione con sovrapposizione, l'equalizzazione per l'una oppure per l'altra velocità e la



premagnetizzazione per il nastro normale o per quello a basso rumore (*"super-range tape"* o *SRT*). Vi sono inoltre una presa jack per una cuffia da 8 Ω e due prese jack per gli ingressi microfonici a 5000 Ω. Sul retro dell'apparecchio si trovano connettori a norme DIN per gli ingressi ad alto livello (*line*) e le uscite.

Prove di laboratorio - Le caratteristiche dichiarate per la piastra AKAI mod. 4000DS sono molto dettagliate, per cui non è possibile riportarle tutte. Benché esse siano pari a quelle di registratori più costosi, le prove di laboratorio effettuate hanno appurato che esse sono rispettate con un buon margine.
La risposta in frequenza globale, registrazione più riproduzione, è stata misurata con i nastri Sony PR-150 (normale) e Sony SLH-180 (a basso rumore). A 19 cm/sec si è riscontrata una risposta contenuta entro ± 3dB tra i 23 Hz ed i 24.000 Hz per il primo nastro, e tra 25 Hz ed i 27.000 Hz, per il secondo. A 9,5 cm/sec questi campi vanno rispettivamente da 32 Hz a 16.000 Hz e da 33 Hz ad oltre 20.000 Hz. L'equalizzazione in riproduzione, misurata con i nastri di prova della Ampex, è risultata, ad entrambe le velocità e con approssimazione compresa entro ±1 dB, quella delle norme NAB.
Le fluttuazioni di velocità di tipo rapido (*flutter*) misurate, sono risultate dello 0,08% a 19 cm/sec e dello 0,11% a 9,5 cm/sec, pari circa a metà del valore limite indicato nelle specifiche. La velocità del nastro è risultata leggermente più alta di quella nominale (il limite di tolleranza indicato nelle specifiche è di ±2%). La distorsione di riproduzione, con un livello di registrazione di 0 VU, è risultata minore dell'1% (il limite indicato nelle specifiche è di 1,5%). La distorsione del 3%, che viene usata come valore di riferimento per le misure del rapporto segnale/rumore, è stata raggiunta con un livello di ± 10 VU, cioè oltre il fondo scala dello strumento. I voltmetri hanno dimostrato una precisione contenuta entro circa 1 dB, nell'indicare i livelli di riferimento dei nastri Ampex; la loro caratteristica balistica è legger-



mente più lenta di quella del voltmetro standard.
Per il rapporto segnale/rumore, non pesato, si sono misurati valori che vanno dai 52,4 dB, con il nastro PR-150 a 9,5 cm/sec, ai 56,5 dB, con il nastro SLH-180 a 19 cm/sec; il limite ammesso dalle specifiche è di 50 dB. Si è rilevato un aumento di soli 2,5 dB nel rumore, registrando dagli ingressi microfonici, al massimo del guadagno. Per avere un'indicazione di 0 VU, è stato necessario un segnale di 44 mV sugli ingressi ad alto livello, o di 0,43 mV sugli ingressi microfonici; riproducendo segnali registrati a questo livello, si è ottenuto all'uscita un segnale di circa 1, 2 V. Il livello dell'uscita per cuffia è relativamente basso e non regolabile.
Il funzionamento meccanico del registratore si è dimostrato buono e dolce. Nella partenza, dopo l'arresto con il comando *PAUSE*, il suono risultava nei primi istanti leggermente strascicato. Come in quasi tutti i registratori azionati da un solo motore, anche nel 4000DS i movimenti "veloci" del nastro sono piuttosto lenti; una bobina di nastro da 600 m ha richiesto quattro minuti per il completo svolgimento in avanzamento rapido e circa tre minuti e mezzo per il riavvolgimento.

Impressioni d'uso - Il registratore AKAI Mod. 4000DS, tenendo conto del costo, offre prestazioni di livello eccellente. Infatti, molti registratori di prezzo alquanto più elevato, pur essendogli superiori sotto qualche aspetto, non sono, tutto sommato, radicalmente migliori.
L'ottimo livello qualitativo è stato ottenuto a spesa di alcune comodità, quale l'uso di un comando singolo per il cambio simultaneo della velocità e dell'equalizzazione. In cambio della scomodità, relativamente piccola, di dover mettere e togliere una boccola sul rullo di trascinamento e di dover ricordare di commutare sulla giusta equalizzazione, si può possedere un registratore a bobine di eccellente qualità, ad un prezzo inferiore a quello dei migliori apparecchi a cassette.



NOVITÀ LIBRARIE

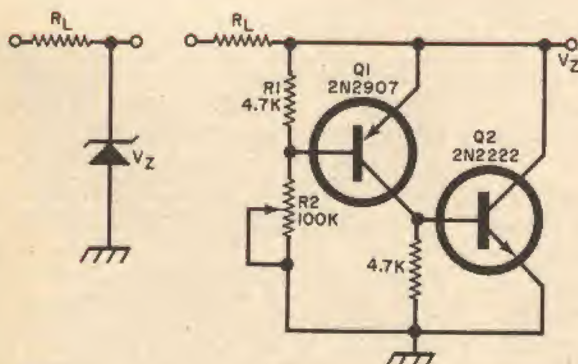
Evans G. Valens e Berenice Abbot: "L'ATTRAZIONE UNIVERSALE", gravità e forme dello spazio. Traduzione di Alfredo Suvero, pagg. VI-242 - L. 4.200 Zanichelli editore - Bologna.

Tema del libro è il fenomeno dell'attrazione gravitazionale universale, dalle prime intuizioni propiziate dagli studi di Copernico, Keplero e Galileo, alla sua scoperta ad opera di Newton, alla spiegazione di fenomeni astronomici (moto dei pianeti, dei satelliti, delle comete), alle applicazioni tecniche (il pendolo, i satelliti artificiali) fino all'introduzione delle idee fondamentali che stanno alla base della teoria della relatività generale di Einstein.
Particolarmente stimolante è il capitolo "Come diventare un satellite", in cui gli autori immaginano di essere sull'asteroide Eros, un piccolo pianeta del diametro di 20 km compreso fra Marte e Giove: la massa di Eros è tale che un ragazzo, correndo alla velocità di soli 14 chilometri l'ora, potrebbe, spiccando un salto, diventare un satellite artificiale dell'asteroide.
Il testo raramente fa uso di formule matematiche; i diversi aspetti dell'attrazione universale sono illustrati e resi evidenti dalle splendide fotografie di Berenice Abbot.

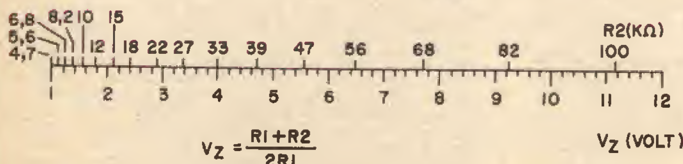
UN DIODO ZENER SU MISURA

Come costruirsi uno zener con tensione variabile

I diodi zener sono componenti circuitali molto utili (come già accennato nell'articolo apparso sul numero di ottobre '73 a pag. 54); purtroppo, essi sono disponibili solo con determinati valori fissi della tensione di soglia. In alcuni casi è invece necessario disporre di una tensione variabile; un semplice zener non è allora sufficiente. Inoltre, non è facile trovare diodi



Il circuito a transistori, a destra, è equivalente a quello con diodo, a sinistra. Si usi il nomogramma o l'equazione per determinare il valore di R2 necessario ad ottenere la tensione desiderata.



$$V_Z = \frac{R1 + R2}{2R1}$$

zener per tensioni inferiori a 3 V; questo fatto rende, ad esempio, complicata la realizzazione di un alimentatore stabilizzato da 1,5 V, da usarsi in sostituzione di una pila.
Con pochi e semplici componenti è possibile mettere insieme un circuito a transistori equivalente ad un diodo zener ed adatto all'uso in qualunque circuito che richieda l'impiego di uno zener. La tensione di intervento di questo "zener equivalente" è variabile e può essere portata a 1 V, od anche meno.
Il circuito, rappresentato nella figura, è molto semplice. Quando la caduta di tensione su R1 raggiunge approssimativamente 0,5 V, il transistore Q1 inizia a condurre e ciò provoca la conduzione di Q2; Q2 assorbe dalla resistenza di carico R_L una corrente limitata dall'esigenza di mantenere Q1 e Q2 in conduzione. La tensione a valle della resistenza di carico è la tensione di uscita.
Il transistore Q1 (p-n-p al silicio) può essere di qualunque tipo; è però preferibile un transistore con guadagno elevato, tipo Motorola 2N2907 oppure BSX36. Anche i parametri di Q2 (Motorola 2N2222, oppure BFX95 oppure BSX45) non sono critici; poiché però la potenza dissipabile da questo zener equivalente è soprattutto determinata dalla potenza nominale di Q2, tale transistore andrà scelto tenendo presente questo fatto. Lo zener equivalente può essere usato in qualunque circuito che richieda l'impiego di un diodo zener.
Il resistore R2 è indicato come variabile, ma, se si desidera, possono anche essere usati valori fissi. Il nomogramma riportato nella figura permette di determinare il valore di resistenza in base alla tensione desiderata. Poiché la tensione dipende anche, in piccola parte, dalle caratteristiche dei transistori, il valore di R2 dedotto dal nomogramma potrà dare un valore della tensione di uscita non esatto, ma che comunque sarà molto vicino a quello voluto. Il nomogramma (e l'equazione che l'accompagna) è tracciato supponendo che R1 abbia il valore di 4700 Ω.



RADIORAMA

DIRETTORE RESPONSABILE
Vittorio Veglia

DIRETTORE AMMINISTRATIVO
Tomasz Carver

REDAZIONE
Antonio Vespa
Cesare Fornaro
Gianfranco Flecchia
Sergio Serminato
Guido Bruno
Francesco Peretto

IMPAGINAZIONE
Giovanni Lojacono

AIUTO IMPAGINAZIONE
Giorgio Bonis

SEGRETARIA DI REDAZIONE
Rinalba Gamba

SEZIONE TECNICA COSTRUTTIVA
Scuola Radio Elettra - Popular Electronics - Philips - G.B.C.

SEZIONE TECNICA INFORMATIVA
Consolato Generale Britannico
Philips
Società Generale Semiconduttori, S.G.S.
Engineering in Britain
Siemens
Mullard
IBM
Marconi Italiana

HANNO COLLABORATO A QUESTO NUMERO
Angiola Gribaudo
Ugo Giordano
Silvio Dolci
Renata Pentore
Toni De Stasio
Adriana Bobba
Sabino Guaretti
Franco Castellano
Diego Galante
Franca Morello
Giorgio Balma
Ida Verrastro
Mario Arpellino
Gabriella Pretoto

RADIORAMA, rivista mensile divulgativa culturale di elettronica, radio e televisione, edita dalla SCUOLA RADIO ELETTRA in collaborazione con POPULAR ELECTRONICS • Il contenuto dell'edizione americana è soggetto a copyright 1974 della ZIFF-DAVIS PUBLISHING Co., One Park Avenue, New York 10016, N. Y. • È vietata la riproduzione anche parziale di articoli, fotografie, servizi tecnici o giornalistici senza preventiva autorizzazione • I manoscritti e le fotografie anche se non pubblicati non si restituiscono; verrà dato comunque un cenno di riscontro • Pubblicazione autorizzata con numero 1096 dal Tribunale di Torino • Spedizione in abbonamento postale, gruppo III • La stampa di Radiorama è effettuata da litografia interna della SCUOLA RADIO ELETTRA • Pubblicità: Radiorama, via Stellone 5, 10126 Torino • Distribuzione nazionale: Diemme Diffusione Milanese, via Taormina 28, tel. 68.83.407 - 20159 Milano • RADIORAMA is published in Italy • Prezzo del fascicolo: L. 500 • Abbonamento semestrale (6 fascicoli): L. 2.800 • Abbonamento per un anno (12 fascicoli): in Italia L. 5.000, all'estero L. 10.000 • Copie arretrate, fino ad esaurimento, L. 500 il fascicolo • In caso di aumento o diminuzione del prezzo degli abbonamenti verrà fatto il dovuto conguaglio • I versamenti per gli abbonamenti e le copie arretrate vanno indirizzati a « RADIORAMA », via Stellone 5, 10126 Torino (assegno circolare o bancario o cartolina-vaglia), oppure possono essere effettuati sul C.C.P. numero 2/12930, Torino • Prezzi delle inserzioni pubblicitarie: quarta di copertina a quattro colori L. 160.000; controcopertina L. 100.000; pagina a due colori L. 100.000; pagina a un colore L. 80.000; mezza pagina L. 50.000; un quarto di pagina L. 30.000; un ottavo di pagina L. 20.000.

Fotografare é capire

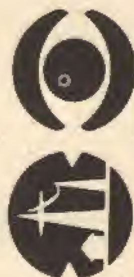


E capire, in fotografia, significa saper comprendere se stessi ed il mondo che ci circonda, saper partecipare ai problemi della vita, saperne *esprimere il senso con l'immagine.* Da questo nasce il *concetto di fotografia, come espressione ed arte*. Ma per capire, e quindi esprimere, bisogna saper dominare se stessi ed il mezzo a disposizione; bisogna evitare che la macchina abbia il sopravvento sull'uomo.
La fotografia è quindi *una forma di espressione*, un mezzo per entrare in un universo senza limiti, in cui tutto resta intatto, quasi vivente. E senza limiti è anche il campo di applicazione della fotografia, dalle scienze alle arti, dall'industria alla medicina, alle ricerche spaziali.
Ecco perché il **nuovo Corso di Fotografia** della Scuola Radio Elettra, la più importante organizzazione europea di studi per corrispondenza, tiene essenzialmente conto delle necessità sia artistiche sia tecniche degli Allievi, sviluppando a fondo tutti i problemi di fotografia secondo i più moderni concetti.

SE VUOLE CONOSCERE LA FOTOGRAFIA... non esiti; può essere anche per Lei una nuova fonte di interesse od il mezzo per entrare in una nuova

COMPILATE RITAGLIATE IMBUCATE
spedire senza busta e senza francobollo

Francatura a carico del destinatario da addebitarsi sul conto credito n. 126 presso l'Ufficio P.T. di Torino A.D. - Aut. Dir. Prov. P.T. di Torino n. 23616 1048 del 23-3-1955



Scuola Radio Elettra
10100 Torino AD


SVILUPPO PELLICOLE BIANCO-NERO E A COLORI


SALA DI POSA E PARCO LAMPADE


LA STAMPA CON L'INGRANDITORE

professione tra le più interessanti e meglio pagate del mondo.
E con la Scuola Radio Elettra potrà studiare a casa Sua, nel tempo libero, senza interrompere le Sue attuali occupazioni.

UN CORSO COMPLETO... concepito in modo da creare *una formazione artistica e tecnica* unica nel suo genere, ma soprattutto programmato in modo da metterLa in condizioni di fare il *supervisore di se stesso*, prendendo coscienza degli eventuali punti deboli.

COMPILATE RITAGLIATE IMBUCATE

DESIDERO RICEVERE INFORMAZIONI GRATUITE SUL CORSO

FOTOGRAFIA

MITTENTE: NOME ____

COGNOME ____

VIA ____

COD. POST. ____ CITTÀ ____ PROV. ____

Questa, infatti, è la funzione delle lezioni pratiche e dei moltissimi materiali, prodotti chimici, strumenti che creeranno *il Suo studio fotografico* di ripresa e stampa.
Tra le numerose esperienze sono previsti: la ripresa in bianco e nero ed a colori; lo sviluppo di pellicole in bianco e nero e di invertibili (diapositive) a colori; gli effetti speciali, come la solarizzazione, il viraggio, il bassorilievo, la stampa per contatto e per ingrandimento. Con i materiali riceverà un ingranditore professionale dotato di portanegativo con marginatore interno per formati fino a 6 x 9, di doppio condensatore con lente supplementare, di cassetto portafiltri per la stampa del colore; inoltre la smaltatrice, il contasecondi, il parco lampade, il marginatore e tanti altri componenti ancora.

E ALLA FINE DEL CORSO, se supererà con esito positivo l'esame previsto, *Lei riceverà un attestato* comprovante gli studi compiuti .

NON DECIDA SUBITO... ci sono ancora troppe cose che deve sapere. Ci scriva, utilizzando la cartolina qui a lato riprodotta, indicando il Suo nome, cognome ed indirizzo. Le saranno fornite gratuitamente, e senza alcun impegno da parte Sua, tutte le informazioni che desidera e documentazioni dettagliate sul nuovo Corso di Fotografia.



Scuola Radio Elettra
Via Stellone 5/33
10126 Torino

ELETTRONICA



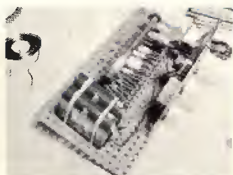
scienza o magia?

Due fili in un bicchiere d'acqua e... la lampadina si accende.
È opera di un mago? No.
Potrà essere opera vostra quando avrete esplorato a fondo i misteri di una scienza affascinante: l'**ELETTRONICA.**
Chi, al giorno d'oggi, non desidera esplorare questo campo?
Addentratevi dunque nei segreti dell'elettronica sotto la guida della **SCUOLA RADIO ELETTRA,** che propone oggi un nuovo, interessante Corso per corrispondenza: **SPERIMENTATORE ELETTRONICO.**
Tutti possono trovare nel Corso innumerevoli spunti di passatempo o di specializzazione futura.

MONTERETE TRA L'ALTRO



UN ORGANO ELETTRONICO



UN RICEVITORE MA

Genitori, insegnanti, amici vedranno con sorpresa i ragazzi ottenere un'ottima preparazione tecnico-scientifica, senza fatica e divertendosi, grazie alle **16 appassionanti lezioni del Corso SPERIMENTATORE ELETTRONICO**
Queste, arricchite da **250 componenti**, permettono di compiere più di **70 esperimenti** e di realizzare apparecchi di alta qualità (fra gli altri, un organo elettronico, un interfono, un ricevitore MA, un giradischi) che **resteranno di proprietà dell'Allievo.**
E non c'è pericolo di scosse elettriche: tutti i circuiti funzionano con bassa tensione fornita da batterie da 4,5 volt.
Richiedete oggi stesso, senza alcun impegno da parte vostra, più ampie e dettagliate informazioni sul CORSO SPERIMENTATORE ELETTRONICO.

Scrivete alla



Scuola Radio Elettra
10126 Torino - Via Stellone 5/33
Tel. (011) 674432